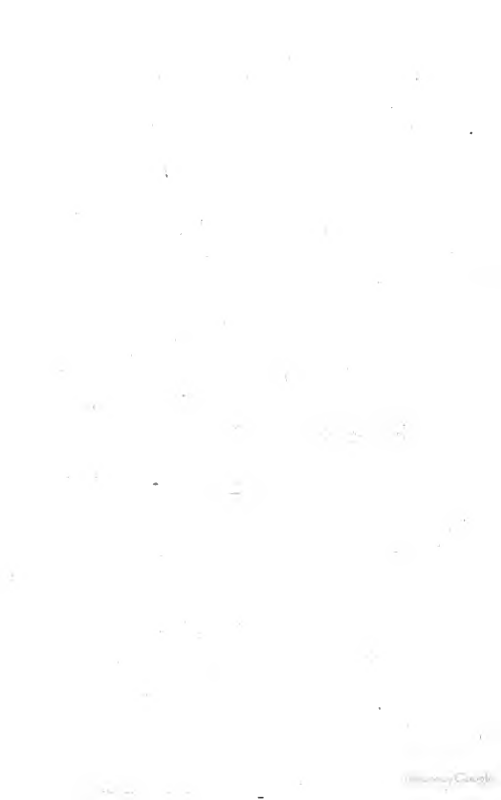


10-4-1'



B. P.

I
805



58N

606972

SAGGIO
FISICO-CHIMICO
SULL' ARIA ATMOSFERICA
COMPOSTO
PER L'ISTRUZIONE DEI GIOVANI SCOLARI
DEL LICEO FELICE DI LUCCA

DAL
CAVALIERE G. GRIMALDI



LUCCA
DALLA TIPOGRAFIA
DI FRANCESCO BERTINI
MDCCCXII.



ALTEZZA IMPERIALE

E R E A L E

Dal momento che a Voi piacque di chiamarmi ancora per qualche tempo alla pubblica istruzione dei Vostri sudditi tutte le mie cure furono dirette ad ispirare nell'animo della studiosa gioventù il vivo desiderio di offerirvi con una non equivoca prova il frutto della mia divozione, e del mio zelo.

Avventurosamente fui in tal guisa corrisposto da quelli che frequentarono le mie lezioni, di modo che mi è stato più difficile la scelta fra molti, che per l'applicazione ed i talenti meritavano l'onore Accademico, che l'impegno per animarli all'ardua impresa.

Con quei mezzi che potevano essere alla mia disposizione furono essi

esercitati nell'arte assai difficile delle sperienze fisico-chimiche singolarmente sopra l'aria atmosferica, comechè sopra di un fluido, la di cui completa cognizione è molto necessaria a quelli, che si consacrano all'arte salutare, e spero che la di loro istruzione sia stata quella che si deve nei Licei adoperare, cioè diretta alla utilità pubblica, e condotta fino al più perfetto livello delle cognizioni che noi abbiamo nella scienza della natura, e delle recenti scoperte.

Questo è stato l'unico scopo, cui furono dirette le mie pubbliche lezioni raccolte nel Saggio, che ho l'onore di offerire in tributo a V. A. I. e mi auguro che per questa ragione almeno il medesimo non sia indegno di quella Sovrana Clemenza, con la quale sì gloriosamente animate le arti, le scienze, ed il commercio nel vostro felice Principato.

Sono con la più ossequiosa venerazione, e rispetto

Umilissimo Devotissimo Servitore

G. GABRIELLO GRIMALDI.

SAGGIO FISICO-CHIMICO

Dell' Aria Atmosferica.



È comune opinione dei Dotti, e singolarmente del Sig. Laplace (1), che se l'uomo si fosse limitato soltanto a raccogliere i fatti della naturale scienza, questa non sarebbe, che uno sterile ammasso di nomenclatura, dal quale si troverebbero esuli del tutto le generali leggi della medesima. E siccome avviene di osservare che noi più inclinati siamo alla meditazione, che alla penosa, ed assidua fatica dello sperimentare, alla quale sovente si oppongono le circostanze, e la mancanza dei mezzi; così il metodo di tutto generalizzare, tanto nelle scienze esatte, che nella fisica, si è introdotto nelle opere degli scrittori, e quindi si osserva a danno dei progressi reali dello spirito umano, esservi non pochi insigni uomini, i quali nella pubblica istruzione non altro impegno dimostrano, se non quello di ridurre al più piccolo numero possibile le cause dalle quali tutti i fenomeni amano dedurre come geometrici corollarj.

Diffidando noi giustamente di tutti gl' effetti prodigiosi, che si promettono dalla sem-

(1) Exposition du Système du Monde p. 47.

plicità dei metodi generali, abbiamo anzi creduto di limitarci ancora nell'uso delle stesse teorie, e sistemi, i quali spesso conducono l'animo là, dove tace la natura, e parla soltanto l'immaginazione. Devesi questa cautela specialmente da noi adoperare, trattando di oggetti fisico-chimici; poichè la crisi attuale in cui trovasi il sistema neologo, non permette di allontanarci da quelle nozioni, sulle quali non vi è da temere innovazione alcuna.

L'oggetto di questo Saggio, è quel fluido in cui viviamo, e nel quale gli esseri organizzati, si distruggono, e si riproducono continuamente. Per formarne un'idea esatta, ed acconcia alla pubblica istruzione, cui unicamente sono dirette le nostre mire, si è tenuto un ordine analitico, trattando prima delle sue parti componenti, e dipoi della intiera massa dell'aria atmosferica, considerandola in istato di composizione. E poichè l'indagine delle parti costituenti la medesima, come quelle di ogni fluido aeriforme, richiede la notizia di alcune generali proprietà dei corpi, così abbiamo a bello studio scelto quelle, che ci sono sembrate le più necessarie alla cognizione di quei fenomeni, che avevamo in mira di sottoporre all'esperienza.

Di alcune proprietà generali dei Corpi.

Fra le proprietà generali dei corpi quelle che più da vicino interessano le fisico-chimiche ricerche, sono la divisibilità, l'impenetrabili-

tà, la porosità, e l'affinità molecolare. Non è già che noi escludiamo i stretti rapporti, che con l'oggetto delle nostre sperienze, hanno la durezza, la duttilità, l'elasticità, come ancora quelle proprietà relative alle forze, che sollecitano i corpi, quali sono, la mobilità, la velocità, e l'inerzia; anzi le supponiamo come già dimostrate; poichè queste proprietà appartengono più alle funzioni delle masse, che alle parti costituenti le medesime, delle quali singolarmente ci occupiamo in questo Saggio.

Divisibilità.

La proprietà, che hanno il muschio, l'ambra grigia, e l'assa fetida, come gli altri corpi odorosi di diffondersi, e di comunicare il loro odore ad una innumerabile quantità di corpi, la duttilità dell'oro di cui 53 milligrammi, o sia quasi un grano, possono cuoprire 50 pollici quadrati, e quindi dividersi in due milioni di parti sensibili; la luce che a traverso di un piccolissimo foro, dipinge sulla retina i varj oggetti di più di trenta gradi di orizzonte senza confusione alcuna d'immagini, 5 centigrammi (un grano ed un quarto) di carminio, versato in 15 kilogrammi (libbre 44. 2. 3.) d'acqua, che colorano tre milioni di parti visibili, il baco da seta, il ragnatelo, la mica, la fecondazione delle rane dallo Spallanzani procurata con 147 milligrammi (3 grani) di liquor fecondante, distribuito in 509 grammi (18 oncie) di acqua; finalmente i fluidi aëri-formi, e la natura tutta dimostrano, che la

materia è divisibile al di là di ogni confine, e di ogni termine, cui possa giungere la immaginazione, ed il calcolo. Questo è un fatto, che noi dimostriamo con alcune di quelle molte sperienze che far si potrebbero, e che realmente si fanno ogni giorno nelle arti, e negli usi comuni della vita. Tali sono la divisione di una piccola moneta procurata dallo zolfo, sopra e sotto di essa acceso; la soluzione del ferro e del rame nell'acido nitrico; la immersione del ferro in massa, nella soluzione del nitrato di rame, e la colorazione di una gran massa di acqua con un solo grano di carminio.

Qualora poi si domandasse, se la materia sia realmente divisibile all'infinito, in modo che limite alcuno trovar si possa, che alla divisione ponga un termine, ovvero si cercasse quali siano gl'elementi ultimi della materia, se omogenei, o eterogenei fra loro; noi non avremmo altra risposta da dare a questi ed altri simili quesiti se non quella della nostra intiera ignoranza. Felicemente le questioni di tal genere sono state dalla buona fisica bandite come puerili, ed inutili indagini, per i reali progressi delle cognizioni nostre. Noi non abbiamo, che una molto imperfetta cognizione della corteccia del Pianeta su cui abitiamo, e per l'uso delle arti, e della vita, quelle nozioni, che abbiamo sulla divisibilità della materia, ci sono più che sufficienti per dedurne delle utili conseguenze, e delle comode applicazioni.

Impenetrabilità.

Sebbene il fatto continuamente ci avverta, che un corpo non ha la facoltà di escludere un altro corpo dal luogo ch'egli occupa nella quale facoltà propriamente l'impenetrabilità consiste, pur non ostante, il libero corso, che noi stessi, ed altri corpi da noi mossi hanno in mezzo all'aria, che ci circonda, non fa riflettere a questa proprietà generale senza di cui non vi è corpo che possa esistere. Volendo quindi dimostrare con facilità questo generale attributo della materia, si scelga l'aria medesima come il corpo più comodo, per sottoporsi all'esperienza, ed il più facile ad illudere con la sua apparente penetrabilità. Questo fluido allora quando non è rinchiuso in un vaso, permette un libero passaggio a tutti i corpi, che si muovono nel suo seno, ma rinchiuso, che sia non vi è forza, che possa vincere la sua resistenza, che oppone al corpo che vuol penetrarlo. Versando, come insegnarono Boyle, e Mariotte, del Mercurio in un tubo di vetro ricurvo inegualmente alto, e chiuso dalla parte più corta, l'aria dopo essersi compressa fino ad un certo limite, più non cede, e resiste ad una forza più che tripla della colonna atmosferica corrispondente. Lo stesso si dimostra nell'uso di una siringa otturata nella parte inferiore, e singolarmente nella forza, che offre l'aria nel resistere alla caduta dell'acqua, che si trova al suo contatto.

In quest'ultima esperienza, è degno di osservazione quella impenetrabilità, che si pa-

lesa in un fluido non già contro un solido, ma contro un altro fluido, le di cui parti per la loro natura si trovano disposte ad un contatto più facile, ed immediato. Vi sono pertanto dei fenomeni, i quali simulano una penetrazione apparente, come sarebbe quello, che si osserva di parti eguali di alcool, e di acqua, le quali fanno sempre un volume minore del doppio di uno di essi, ed ancora quello della lega del rame con lo zinco. Non è già una penetrazione quella, che in tal circostanza si manifesta, ma un cangiamento reale delle molecole dei corpi, e uno sviluppo di calorico che si rende libero. Mutata la figura molecolare, le particelle si trovano più fra di loro approssimate di quello che lo erano quando esistevano separatamente, la densità della mescolanza si rende maggiore, e ciò senza che vi abbisogni penetrazione alcuna. In fatti nella lega del rame collo zinco, o sia nell'ottone, la densità si rende maggiore di circa un decimo.

Porosità.

Se le molecole costituenti un corpo qualunque, fossero tutte ad un immediato contatto frà di loro, di maniera che nessun spazio vi restasse interposto, la quantità di materia dei differenti corpi, sarebbe proporzionale al loro volume (a). Ma poichè tutti i corpi sottoposti

(a) È molto probabile opinione che in natura non esista un contatto reale, e che i corpi agiscono gl'uni sugl'altri, a distanze infinitamente piccole. Newton ha dimostrato, che vi abbisognava un

fino ad ora all'esperienza, non ci lasciano alcun dubbio sopra i piccoli spazj interposti fra le dette molecole, così noi non possiamo ricusarci ad ammetterli generalmente in tutti i corpi; perlochè la porosità riceve il carattere di una generale proprietà. L'esperienza dell'inchiostro simpatico, dell'uovo in un vaso d'acqua collocato nel vuoto pneumatico, quella del Mercurio, che passa per lo mezzo dei pori della pelle, o di quello di un vaso di legno spinto nel vuoto dalla colonna premente dell'atmosfera, ed altre a queste analoghe, fanno conoscere chiaramente che sia negli animali, sia nei vegetabili, sia nei minerali, costantemente s'incontrano i pori.

Gli essenziali rapporti, che ha questa proprietà con la nostra fisica costituzione, ed esistenza, ci obbliga a non trascurare di prendere in considerazione quella funzione animale, che per i pori della pelle si esercita. Egli è un fatto prima d'ogni altro osservato da Lewenhoeck (1), e dipoi confermato da tutti, che sulla lunghezza di una linea della pelle del corpo umano vi sono 120 piccoli forellini, o siano pori. Da ciò ne nasce spontaneamente, che sulla pelle di un uomo di mediocre grandezza, la di cui superficie si

dato numero di kilogrammi per approssimare due vetri alla distanza di 0,034 di millimetro e che sarebbe necessaria una pressione assai più grande per un maggiore avvicinamento, e che al di là di un certo termine, l'approssimazione sarebbe impossibile. Boscowick ha dimostrato ancora, che un corpo, che si muove comunica una parte del suo moto ad un'altro corpo, prima che lo tocchi effettivamente.

(1) Arca. Natur. V. 3. p. 413.

valuta 14 piedi quadrati, vi debbano essere due bilioni, e sedici milioni almeno di pori. Non vi è alcuno, che ignori o che si opponga a questa osservazione, dalla quale si è naturalmente condotti a ricercare, qual sia l'ufficio di una sì prodigiosa quantità di pori, con cui trovasi crivellata la pelle del nostro corpo. La propria esperienza non meno, che quella dei più diligenti osservatori, ha determinato, che dai pori della pelle si emetta continuamente una sostanza animale con cui si forma la traspirazione insensibile.

Convengono tutti i fisiologi, che come nel polmone si separa dal sangue una quantità di acqua, e di acido carbonico, così dalle arterie mentre la circolazione da esse si compie, si trasudano delle sostanze animali, che per i vasi linfatici si portano alla periferia del corpo, dalla quale attenuate dal calorico si sollevano in istato di fluido aeriforme. Laonde viene stabilito, che la materia traspirabile è unicamente dovuta ad una decomposizione prodotta nel sangue, e separata dal corpo per lo mezzo della traspirazione.

Conciliando tutte le osservazioni, ed esperienze fatte primieramente dal Santorio in Italia per lo spazio di 30 anni, quelle di Doudart in Francia, da Keil in Inghilterra, da Bryan, Roberston e Riye in Irlanda, da Lining in America, e finalmente quelle esattissime di Lavoisiere Seguin abbiamo i seguenti dati, che si possono ammettere come i più prossimi al vero, sulla quantità della traspirazione.

1.° Il *maximum* della materia traspirata per ogni minuto, è 44 grani, ed il *minimum* 12 grani, il di cui termine medio dà per minuto 28 grani, e per 24 ore dà libbre cinque e dieci oncie d'Italia.

2.° La traspirazione si aumenta per la bevanda, e non già per i cibi solidi.

3.° Immediatamente dopo il pranzo la traspirazione è al *minimum* come provasi specialmente nell'inverno colla sensazione del freddo, ed al *maximum* nel tempo della digestione.

4.° La diversità delle circostanze, come ancora dell'esercizio machinale, e dei climi varia grandemente la quantità della materia traspirata.

5.° Questa quantità, è nella ragione inversa della evacuazione delle urine.

Questi sono i risultati generali, sulla quantità della materia traspirata; ma se questa funzione animale fusse assai sensibile onde i suoi prodotti raccogliere si potessero, e sottoporsi all'analisi chimica, noi avremmo una cognizione meno imperfetta della quantità delle sostanze emesse dalla traspirazione. Ciò non ostante generalmente i Fisici, riconoscono sensibilmente nella materia traspirata, l'acqua, il carbonio, un acido, che si crede fosforico il fosfato di calce, ed un' altr' acido che sembra sia l'urico.

Riguardo all'acqua dopo le belle sperienze di Cruickshanks (1) possiamo prossimamen-

(1) De l'Insenai. Transp p. 68.

te stabilire, che in 24 ore sortano dalla superficie del corpo umano libbre otto, once sette, e denari undici di acqua. Essendo questa quantità assai maggiore della quantità traspirata, da noi sopra stabilita, e riconosciuta da tutti i Fisici dopo l'esperienze di Lavoisier, e Seguin, convien credere, che il Cruickshanks abbia considerato la machina umana in uno stato di sudore proveniente da un esercizio forzato, o che siasi ingannato nel rapporto da lui stabilito, fra la superficie della mano su cui fece l'esperienza, e quella del corpo intero. Comunque siasi, grande, e palese è la quantità di acqua, che si emette nel sudore, sebbene non ancora i Fisiologi sappiano perfettamente spiegare, come questo sudore si produca. Egli è peraltro certo, che il vapore aquoso, si diminuisce colla mancanza dell'esercizio, e colla variazione della temperatura atmosferica, ed in generale per tutte quelle cause, che rendono minore l'energia, e la capacità dei vasi esalanti.

Quest' acqua, che si spande sulla superficie del corpo, non resta già aderente alla medesima, ma di continuo col dispendio del calorico animale si converte in vapore. Quindi è che, mentre questa evaporazione si forma si fa un assorbimento del calorico animale, perlochè la temperatura si abbassa, e per conseguenza producesi la sensazione del freddo, come avviene esponendo al contatto dell'aria la mano prima bagnata, e nell'abbassamento del Termometro, la di cui palla è bagna-

ta dall' etere sulfurico . Per mezzo di questa evaporazione unicamente si spiega come la macchina animale , possa sopportare senza incomodo una temperatura maggiore di quella del sangue in istato di vita , e per la medesima si comprende come Tillet , e Fordryce poterono restare per qualche tempo esposti alla temperatura maggiore dell'acqua bollente .

In secondo luogo , egli è dimostrato da Cruickshanks (1) da Jurine , Jugeu - hausz Melly (2) Troussel (3) che dalla pelle sorta di continuo del gas acido carbonico , il quale non si deve confondere con quello , che si emette dai polmoni con la espirazione . L'aria che sorte dalla pelle , intorbida l'acqua di calce , e rende molto difficile la combustione . Questo gas si palesa , ancora direttamente , quando il corpo è immerso nel bagno . Non è per altro molto agevole lo spiegare , se questo fluido aeriforme nella traspirazione sia già formato prima , che sorta dai pori , ovvero se si formi continuamente per un assorbimento dell'ossigeno dell'aria atmosferica , che è al contatto del corpo , in modo di una continua combustione del carbonico della linfa . Non abbiamo ancora un numero di esperienze assai decisive per determinare la vera cagione del gas acido carbonico , prodotto dalla traspirazione , e sarebbe utile , che i Fisici se ne occupassero seriamente .

(1) De l'Insens. Transp. p. 70 81.

(2) Enciclop. Metod. Art. Transp.

(3) Annal. de Ch. V. 43. p. 73.

Si deve quì di passaggio osservare, che questa quantità di gas acido carbonico, che si emette per la traspirazione, si confonde coll'aria atmosferica in qualunque luogo, ed altezza si porti l'osservatore, e quindi non è maraviglia, che alcune recenti sperienze hanno fatto rilevare, che l'aria oltre l'azoto, e l'ossigeno contenga una piccola quantità di carbonio in istato di gas. Dovrebbe essere pienamente dimostrato, che il gas acido carbonico ospitante nell'atmosfera non siasi sviluppato nell'atto dell'osservazione per calcolarlo come parte integrante della medesima, lo che nè da Humboldt, nè da altri crediamo che siasi fatto.

La materia oleosa, che sorte dalla pelle prima, che fosse esaminata da chimici era già conosciuta dai bruti, e singolarmente dai cani. Non vi è dubbio, che questi animali distinguano i loro padroni per l'odore, che si diffonde a loro d'intorno nella traspirazione cutanea. Racconta Cruickshanks, che un cane il quale era stato tenuto in catene per alcune ore, mentre il suo padrone era partito per fare un lungo viaggio, seguìto sì fedelmente le traccie del suo odore, dimodochè lo trovò dopo tre giorni in mezzo ad una folla di più persone. Questa materia dicesi oleosa, perchè con essa stropicciando una carta la rende trasparente, e perchè ancora brucia con fiamma bianca, lasciando un residuo carbonoso come il grasso. Trovasi la medesima sensibilmente sulla pelle, e si è raccolta dai Chimici per analizzarla dai cor-

petti di lana tenuti sul nudo corpo (1). Acquista essa col contatto dell'aria, un odore piccante come qualunque altro grasso animale, e questi è l'odore, che guida i cani dietro le orme dei loro padroni. Infatti il Sig. Thenard, si è assicurato, che dalla cute si parte una sostanza grassa in forma di gas, che prende un odore acido, e piccante per l'azione dell'ossigeno dell'aria atmosferica.

Finalmente tanto per le osservazioni già esposte, che per l'esperienze fatte da Berthollet, sulla carta turchina applicata al corpo di un malato, che trovavasi in un parossismo gottoso, poichè la carta si tinse in rosso, rilevavasi la presenza di un acido, che si crede fosforico a cagione della quantità di fosfato di calce, che posseggono le sostanze animali.

I pori, che servono ad emettere la materia traspirabile, si chiamano dai fisici esalanti, per distinguersi da quelli, che diconsi inalanti, il di cui uffizio è di portare dalla cute alle parti interne del corpo animale le sostanze, che sono al contatto del medesimo. Tutte le malattie pestilenziali, e contagiose, che si comunicano per lo mezzo del contatto, e tutti i rimedj, che si adoperano esternamente con semplici applicazioni, o confrizioni, dimostrano ad evidenza, che nella cute vi sono dei vasi assorbenti, i quali ricevono dai pori inalanti le sostanze, siauo morbifere

(1) Il grasso distillato dà per edotto un acido senza ammoniaca, un olio parte liquido, e parte concreto, del gas idrogeno carbonato, e del carbone refrattario.

siano medicinali, e le portano nel circolo del sistema animale. Questa derivazione sebbene oscurissima all'occhio anatomico, non è ignota all'occhio medico, ed offre di continuo all'arte salutare, dei mezzi efficacissimi nella difficile arte di guarire.

Dobbiamo per altro schermirci dal facile inganno di concedere ai pori inalanti della cute la proprietà di assorbire l'acqua considerata nello stato liquido, e non vaporoso. La proprietà dei bagni freddi per estinguere la sete, l'uso dei bagni praticato dal capitano Bligh, per conservare il suo equipaggio in salute nel celebre suo viaggio fatto nel mare del Sud, o l'eccesso dell'urine dei diabetici sopra la quantità della bevanda, nulla provano in favore della opinione, che concede alla cute la proprietà di assorbire l'acqua. Seguendo con attenzione i fenomeni, che accompagnano l'uso dei bagni, si vede costantemente, che i medesimi giovano, nel dare alla cute quella attività, onde la funzione dei pori esalanti si renda più efficace. L'esperienza dei bagni con dose di un sale mercuriale, fecero conoscere al Sig. Seguin, che il mercurio non produceva alcun effetto sulla persona, che si bagnava purchè nessuna parte della cuticula fosse offesa, ma subito che con la frizione si levava una parte della medesima, la dissoluzione salina restava assorbita, e gli effetti del mercurio si rendevano sensibilissimi.

Ma se noi non ancora possiamo essere persuasi dall'esperienza, e dai fatti per attribuire

ai pori inalanti la facoltà d'assorbire l'acqua, non è per questo, che neghiamo esservi nella macchina umana delle parti eminentemente igrometriche, fra le quali i capelli occupano il primo luogo. L'esperienze fisiche, e l'osservazione ce ne somministrano delle continue prove. Più volte abbiamo veduto, che il gas ossigeno ed il gas idrogeno, conservati nelle vessiche, hanno dopo poco tempo perduto le loro proprietà, ed il Priestley vide, che il sangue venoso acquistava il colore del sangue arterioso, sia che fosse, al contatto immediato del gas ossigeno, sia che fosse rinchiuso in una vessica, e separato dal medesimo. Finalmente Thompson (1) riporta un fatto che descritto dal Watson (2) ci sembra molto decisivo. » Si volle, dice egli, » ridurre a Newmarket un giovinetto ad un » peso tale, che fosse estremamente leggiero, e quindi più proprio alle corse dei cavalli. A tale effetto fu sottoposto ad una » dieta severissima. Fu pesato la mattina, » che doveva correre, e dopo l'intervallo di » un ora, fu pesato di nuovo, e fu trovato che » in quello spazio di tempo aveva guadagnato » in peso più di 932 gramme (lib. 2. 9. 15) » e frattanto in quel tempo non aveva bevuto, che un mezzo bicchiere di vino. » In questo fenomeno, bisogna necessariamente aver ricorso per spiegarlo ad un assorbimento fattosi dalla pelle, o dai polmoni. Ma que-

(1) *Système de chimie*. v. 9. pag. 424.

(2) *Essai chim.* V. III. pag. 101.

sto medesimo assorbimento non fu probabilmente, che dell'acqua nello stato di vapore, e non già in quello liquido. Egli è dunque molto verosimile, che i pori inalanti sia per difetto di capacità, sia per altra cagione a noi ignota non permettono all'acqua di penetrare nella pelle; ma bensì danno alla medesima un facile accesso, qualora siasi dal calorico trasformata in gas acquoso.

Attrazione molecolare.

Evvi in natura una forza a noi ignota, qualora si considera in se medesima, ma palese ne' suoi effetti per cui tutti i corpi dell'universo sono fra di loro in un sistema solo uniti, con reciproche azioni, e questa è quella, che attrazione appellasi. Dopo le Teorie di Laplace, sopra i tubi capillari, e dopo l'esperienza di Hauy siamo quasi costretti a convenire, che l'attrazione a grandi distanze sia la medesima, che quella che si esercita fra le molecole dei corpi, a distanze insensibili. Così quando vedonsi due lastre di vetro aderire fortemente fra loro; una goccia di olio spandersi sulla superficie di un solido o sopra l'acqua, noi siamo soliti a dire, che si esercita una affinità di adesione fra solido e solido, fra fluido e solido, e fra fluido e fluido; ma in realtà, ella è la medesima, che trattiene i corpi sciolti sul nostro globo, obbligandoli a tendere incessantemente al centro terrestre. E quando vediamo approssimandosi due gocce di mercurio, o di acqua, unir-

si in un solo globetto, e formare una piccola sfera, noi diciamo ciò provenire da una forza di affinità, di aggregazione, ella non è che quella stessa forza, che costringe la luna a girare attorno alla terra, e tutti i pianeti attorno al sole. Finalmente quando vediamo divenir solidi i corpi fluidi, come nella mescolanza del carbonato di potassa liquido col muriato di calce, o dell'acetito di piombo col solfuro di potassa, noi usiamo la frase dell'affinità di composizione, e quando l'acqua, e l'olio forma il sapone per lo mezzo dell'alcali, noi adoperiamo i nomi di affinità per concorso, mentre questi fenomeni non sono, che semplici effetti di una e medesima causa di quell'attrazione universale, la quale si può chiamare planetaria, quando si esercita a grandi distanze, e molecolare se agisce in distanze insensibili, ed incommensurabili.

Per questa incalcolabile prossimità, in cui l'attrazione molecolare si esercita, siamo dispensati dall'indagine delle sue leggi meccaniche. Quelli, che hanno voluto introdurre in questa specie di attrazione la ragione inversa dei cubi delle distanze, hanno certamente ardito d'indovinare i segreti della natura, ed ignorato le belle teorie del Signor Laplace, su i tubi capillari. Se vi è qualche osservazione a questo scopo diretta, o pure se si potesse in quest'oggetto avanzare qualche probabile opinione, quella sarebbe di ammettere la legge Newtoniana della inversa dei quadrati delle distanze come universale in

tutta la materia, e dominante in tutti i fenomeni nei quali l'attrazione si palesa.

Non ignoriamo la recente opinione di alcuni, che ammettono il fluido gravifico. Ma non sembra, che la medesima abbia ricevuto il comune voto dei dotti, e d'altronde è per noi indifferente, che sia un fluido, o una forza quella che produce i fenomeni dell'attrazione, qualora per essa la di loro causa intender si voglia.

Non abbiamo nozioni assai esatte, per comprendere sotto l'impero dell'attrazione molecolare i fenomeni del magnetismo, e della elettricità. La ripulsione dei poli amici, e quella delle elettricità medesime, e l'attrazione de' poli nemici come delle elettricità resinosa, e vitrea, sono tutt' ora involuppate da opinioni e sistemi, e sono affatto aliene dal nostro scopo. Ciò non ostante qualunque sieno le leggi alle quali i fluidi magnetico, ed elettrico si sottoponghino, esse non si compiono, nè si eseguiscano, che fra le loro parti elementari, e quindi sebbene ignoto sia il modo, pure non è che per l'avvicinamento delle molecole, che queste le une sulle altre esercitano la loro azione.

Se fosse pertanto lecito di azzardare qualche idea fuggitiva, e verosimile sull'attrazione molecolare, considerata negl' ultimi limiti del suo modo d'agire, noi non saremmo alieni dal credere con Thompson, che le figure primigenie delle molecole hanno una gran parte in questa proprietà dei corpi, ed ammetteremmo di buon grado con Laplace, che ol-

tre alle figure primigenie, ancora la densità delle molecole dovrebbe considerarsi, come uno degl' efficaci agenti dei fenomeni, che a noi si palesano nell' attrazione di cui ragioniamo. Posto dunque, che le primigenie figure delle molecole, offrano delle superficie più o meno acconcie a quell' approssimazione che dicesi di contatto, e che la distanza fra le molecole sia incomparabilmente più grande del loro diametro, e che la di loro densità sia grandissima, e varia nel tempo stesso; potrebbe si in qualche modo spiegare, fra gl' altri fenomeni quello dell' attrazione dell' acido solforico colla barite, a preferenza della potassa, egualmente presente in una soluzione di queste sostanze. Ma questa non è, che una ipotesi combinata con i pensamenti di Thompson, e Laplace, che noi avanziamo più per soddisfare la nostra propria curiosità, che per interpretare le vere leggi dell' attrazione.

Quantunque la natura nasconda un tesoro prezioso, ed inesauribile nelle funzioni della materia elementare, e sebbene noi non possiamo conoscerne, che la superficie, non ostante ella ci offre in queste medesime funzioni delle costanti, ed invariabili maniere di agire, le quali si possono considerare come sicure norme per ben dirigere le osservazioni, e l' esperienze. Di tal sorta sono le seguenti cioè; 1.º che l' attrazione molecolare non ha luogo, che fra i corpi di diversa natura, ed eterogenei; 2.º che la medesima non isviluppa la sua azione che fra le ultime parti elementari dei corpi; 3.º che per tale azione bi-

sogna, che uno dei corpi almeno sia liquido o fluido; 4.° che la temperatura si cangia allorchè l'attrazione ha luogo; 5.° che il suo effetto è quello di mutare le qualità dei composti per attrazione uniti; 6.° che la misura della forza di attrazione, non è già la facilità di unirsi delle molecole, ma bensì la difficoltà di separarsi dopo l'unione; 7.° che quest'attrazione è in ragione inversa della saturazione; 8.° che il calorico è un potente mezzo per agevolare l'attrazione delle molecole dei corpi differenti; 9.° che il moto grandemente giova alla unione, e diffusione delle molecole, e però alla composizione dall'attrazione prodotta; 10.° che l'azione di questa proprietà non si esercita, che a distanze insensibili; 11.° che la forza d'attrazione, essendo sempre la medesima nelle stesse molecole, varia nelle molecole differenti; 12.° finalmente, che questa differenza è considerabilmente modificata dalle masse. Questi non sono, che fatti generali, che noi possiamo dimostrare con l'esperienza, e siccome questa costantemente li conferma, servono essi comodamente al Fisico per guida nelle sue osservazioni. Laonde a ragione furono chiamati da Thompson, caratteri generali meglio che leggi di attrazione, come piacque a Fourcroy.

Se l'affinità molecolare non fosse limitata, che ai soli principj componenti i corpi, noi avremmo già esposto quanto basta per la sua completa cognizione; ma essendo i suoi rapporti troppo strettamente legati per alcune funzioni animali alla nostra esistenza, non ci è

permesso di non considerarla ancora sotto questo punto di veduta; lo che per altro faremo con quella maggior brevità, che al nostro scopo conviene, qual'è quello di una utile istruzione.

Due sono singolarmente le funzioni animali sottoposte all'attrazione molecolare, cioè la digestione, e l'assimilazione. Parleremo di esse riguardo alle azioni fisicochimiche, che possono influirvi, e lasceremo ai Fisiologi quelle cognizioni che all'ufficio degli organi appartengono.

Considerando l'intero processo della digestione, essa ci presenta in primo luogo la triturazione degli alimenti nella bocca, la mescolanza dei medesimi con la saliva, ed il loro trasporto fino allo stomaco dove incomincia specialmente ad agire l'attrazione molecolare. Siano materie animali, siano vegetabili quelle, che allo stomaco si trasportano, dal momento, che in esso si trattengono, incominciano a convertirsi in una sostanza, che non ha più alcuna somiglianza con gli alimenti preparati già prima della masticazione. Questa sostanza dopo essere stata più o meno esposta alla forza chimica, prende il nome di chimo, il quale per alcune nuove combinazioni dei principj degli alimenti, non è che un composto di una specie totalmente diversa da quella, che si otterrebbe facendo fuori dello stomaco alla temperatura del calore animale la mescolanza della saliva, agevolandone l'unione con una triturazione simile a quella, che si fa nella bocca.

Invano si cerchierebbe la formazione del chimo nell'azione meccanica dello stomaco, dopo l'esperienze di Stevens, e di Spallanzani. Risulta dalle medesime, che gl' alimenti di specie diversa rinchiusi in tubi metallici per difenderli da qualunque azione meccanica dello stomaco, e lasciati in esso per un tempo conveniente furono trovati convertiti in perfettissimo chimo, come gl' altri alimenti.

Forse quelli, che hanno immaginato una fermentazione degl' alimenti nello stomaco, potrebbero trovare qualche probabile, ed apparente ragione, per ispiegare il fenomeno della formazione del chimo. Questa opinione ancorachè fosse verosimile, non toglierebbe dall' impero dell' attrazione molecolare la formazione della nuova sostanza nello stomaco, giacchè la stessa fermentazione non è che una lenta decomposizione, la quale ha luogo ogni qualvolta si mescolano, ad una determinata temperatura, delle sostanze animali, e vegetabili.

Se non che partendoci dalla stessa natura della fermentazione viene osservato, che per essa giammai si potrà ottenere il chimo. Infatti si prendano degli alimenti dei quali siamo soliti cibarci, triturati, e mescolati con la saliva, per dargli quella consistenza, che prende ordinariamente la pasta alimentare, e si esponga alla medesima temperatura animale, non si potrà in alcun tempo formare il chimo. Se lo stomaco non prestasse, che il solo recipiente alla fermentazione degl' alimenti, il suo stato non dovrebbe influire alla digestione,

essendo più che provato, che la medesima non dipende da un' azione meccanica. Ora egli è certo, che quando questo stato dello stomaco è malsano, la digestione si altera, la pasta chimosa è imperfetta, ed allora invece della digestione, prende luogo la fermentazione, la quale si palesa per l'eruttazioni acide, ed acriformi, dal che si è preso motivo per promuovere l'opinione della così detta fermentazione digestiva. Finalmente l'esperienza fatta dallo Spallanzani, sullo stomaco dei cani ci avverte che le ossa vi sono in pochissimo tempo digerite, sebbene appena triturate nella bocca, e le osservazioni di Ray ci rammentano, che allorquando i pesci voraci hanno inghiottito degl' animali troppo grossi per essere compresi nella capacità dello stomaco, non trovasi, che la sola parte discesa in questo viscere, convertita in chimo, restando l'altra nel suo stato naturale. Da tuttociò non sembra, che i difensori delle fermentazioni vinose, acetose, e putride, possano spiegare questi fatti se non coll' ammettere nello stomaco una causa, o un agente diverso da quello che hanno supposto, il quale per la molecolare attrazione forni il chimo.

Ma quale sarà questa sostanza, che come una causa chimica mette in vigore l'attrazione? Le ripetute sperienze dei nostri Fisici Italiani Scopoli, Spallanzani, Brugnatelli, Carminati, mettono fuori di ogni dubbio, che nel sugo gastrico si trovi unicamente la vera causa. Questo è un fluido, che si separa dai follicoli collocati fra le due membrane dello

stomaco, la vellutata, e la nervosa e dall' estremità dell' arterie. Egli si mescola colla saliva, che scende nello stomaco, e così diluito attacca, e macera gl' alimenti, e gli riduce in chimo. Sia che questo succo si estragga dallo stomaco degli animali recentemente uccisi, e preparati con molti giorni di rigoroso digiuno; sia che si attinga con tubi metallici forati, e ripieni di una secca spugna; sia col vomito della mattina artificiosamente procurato quando lo stomaco è vuoto di alimenti, egli è certo, che ha una forza chimica per decomporre la sostanza alimentare per modo, che tutte le proprietà sensibili degli alimenti vengono intieramente distrutte, ed in loro vece sostituite delle nuove.

Se nello stomaco non si trovasse una gran quantità di saliva, del muco, della bile, che monta dall' intestino, e di residuo della materia alimentare indecomposta, si potrebbe avere questo succo purissimo, e l' analisi chimica del medesimo, non darebbe quella differenza di risultati, che troviamo nell' opere dello Spallanzani, del Brugnatelli, e del Carminati. Quantunque lo Spallanzani per l' esperienze da lui fatte sopra i corvi, ed altri volatili carnivori voglia assicurarci, che nel succo gastrico non siavi alcun principio acido, pure non sapremmo dipartirci da quanto il Sig. Brugnatelli ci assicura (1) per mezzo delle più esatte, e moltiplicate osservazioni. Trovò egli costantemente nello stomaco degli ani-

(1) Elementi di Chimica v. 3. p. 295.

mali carnivori, una quantità decisa di acido fosforico libero unito ad una sostanza resinosa, ed animale, con poca quantità di muriato di soda. Ed invero senza l'azione di questo acido libero, non sarebbe agevole cosa lo spiegare come la latta, il rame, l'ottone, lo stagno venissero disciolti nello stomaco di questi animali, a quali li aveva in forma di piccoli cilindri fatto inghiottire, nè si comprenderebbe come i cani in breve tempo distruggano le ossa, non ancora infrante, e lo struzzo, ch'è il più grande degl'uccelli carnivori, digerisca nel suo immenso ventricolo il vetro, il piombo, il ferro e le pietre le più dure. Egli è vero, che vi è una grande differenza fra il succo gastrico degl'erbivori, e carnivori. Il Brugnatelli stesso ne conviene, anzi confessa, che nei primi a differenza dei secondi, non ha potuto osservare alcun acido libero, ma solo una maggior quantità di muriato di soda. Ciò non pertanto, resta sempre un ragionevole dubbio per sospettare che l'acido fosforico in piccola quantità, siavi ancora nel succo gastrico degli erbivori, e ciò perchè noi sappiamo dall'esperienza, che poco a poco gl'animali erbivori si possono ridurre, ed essere carnivori, e perchè troppo grande è la quantità di acido fosforico, che o libero o concreto trovasi impegnato tanto nei fluidi, che nei solidi, della macchina animale. Forse dalla minore o maggiore quantità di quest'acido libero dipende la diversità di attrazione, che vediamo nella decomposizione degli alimenti, secondo questi alla sua

azione si presentano. Un uccello carnivoro, lascia intatto un granello di grano non moudo, ma lo riduce in perfettissimo chimo se lo inghiotte senza spoglia; i cavalli rendono intatti i granelli di avena coperti col loro inviluppo, e l'uomo i semi ed i nocciuoli, che prima non furono preparati dalla triturazione.

Dopo questa prima funzione dell'attrazione molecolare nella formazione del chimo, passa la natura ad impiegarla nella produzione di quel liquido di color bianco molto somigliante al latte che dicesi chilo. Quanto più le sostanze s'inoltrano nelle parti interne del corpo animale, tanto maggiormente le operazioni della natura si nascondono all'occhio del Fisico. Quindi è che il chimo passando nel condotto intestinale vien sottoposto a tali variazioni, di manierachè quando troviamo il chilo nel canale toracico dove si raccoglie per lo mezzo dei vasi lattei, noi più non abbiamo quella sostanza, che dal succo gastrico erasi formata nello stomaco, ma bensì un'altra totalmente, e per le sue proprietà e pel suo aspetto diversa. Questo cangiamento deve farsi necessariamente per un chimico processo, e per conseguenza in vigore dell'attrazione delle molecole. Il moto peristaltico non basta; perchè questa potenza meccanica fuori del corpo animale vivente non potrà giammai operare quella separazione, che noi vediamo del chimo in chilo, e parte escrementizia, come si fa negli intestini. Qual sarà dunque quel chimico reagente da cui il chilo producesi? Sarebbe assai facile il supporre come fanno alcuni fisiologi, che la bi-

le adempia una tale funzione, giacchè la medesima si mescola abundantemente col chimo, subito che questo entra negl' intestini. Ma poichè il chilo si forma egualmente nelle persone itteriche nelle quali i condotti biliari sono intieramente da calcoli o da altre cagioni ostrutti, così non vi è ragione da credere, che sia suo uffizio di formare il chilo. Di più dopo le osservazioni di Fourcroy e l'esperienze di Berzelius sulle materie fecali, sembra dimostrato che l'azione della bile suppone già il chilo preformato; poichè la sua funzione non è che quella di separare il chilo dalle materie escrementizie. Se però ignoriamo come dal chimo formasi il chilo, non è per questo che non possiamo stabilire con certezza, che all'attrazione molecolare non debbasi questo chimico processo, come alla medesima riferir devonsi la separazione del chilo dalle materie fecali.

Condotto il chilo fino al canale toracico, di dove, mescolandosi colla linfa, passa nella vena succlavia, e quindi col sangue traversando il cuore, va nel polmone, la digestione ha ricevuto il suo complemento; e cessando ogni sua funzione, comiucia l'attrazione molecolare al contatto dell'aria atmosferica ad operare con una nuova serie di fenomeni la sua forza, su quella stessa alimentare sostanza, che con tanta finezza si preparò nello stomaco e negl'intestini.

L'esposte teorie sulla digestione naturalmente ci conducono a far ricerca, dell'uso del chilo dopo essersi mescolato col sangue. S'ingan-
nerebbe certamente chi credesse, che la chi-

lificazione del sangue non dovesse servire a quel chimico processo che dicesi *assimilazione*. Per formarsi una filosofica, e distinta idea di questa interessantissima funzione animale bisogna riflettere con Bichat (1) che nella vita degli organi animali, vi è una doppia continua azione, per cui mentre una impiegasi a comporre, l'altra non fa che decomporre quelle sostanze medesime, che prima furono composte. La prima assimila all'animale le sostanze, che debbono nutrirlo, e la seconda toglie ad esse parte di quelle sostanze medesime già divenute eterogenee, inutili, e dannose tanto alla sua organizzazione, che alla sua esistenza. Tuttociò si opera per un processo chimico dell'attrazione molecolare. Un osso infranto, una ferita con perdita di continuità muscolare, fanno chiaramente conoscere il luogo dove la natura si riproduce, portando le parti simili nel sito precisamente dove l'organizzazione è mancante. E poichè l'ordine in generale di una tal funzione giammai si cangia, non osservandosi, che le parti simili, che formano le ossa si portino dove manca il muscolo, nè quelle che riproducono la fibra muscolare dove la frattura dell'osso ritrovasi, noi non possiamo negare, che mentre l'attrazione da una parte prepara le sostanze organiche, gl'organi dall'altra per un azione loro propria, e forse per l'attrazione si assimilano le preparate materie. Sia, che ciò avvenga per sopraimposizione di parti, sia per miscela, egli è certo che que-

(1) Recherches Physiologiques sur la Vie et la Mort p. 5

sta azione degl'organi è sì precisa, e limitata che giammai ordinariamente si estende al di là del confine segnato dalla natura. Così lo stomaco, è l'organo assimilatore del chimo, come gl'intestini lo sono del chilo, ed in ambedue queste cavità l'attrazione prepara diverse sostanze; ma nè lo stomaco nè gl'intestini, convertono in chimo ed in chilo, un corpo non adattato alle loro facoltà, nè alterano quelle sostanze, che vi s'introducessero già perfezionate per lo scopo della loro facoltà assimilatrice. Introducasi in fatti nello stomaco del chimo, già perfettamente formato, e negl'intestini del chilo, e si osserverà, che ambedue non soffriranno variazione alcuna, come intatti saranno rigettati con le materie fecali un globetto di metallo, ed una pietra; di più questa forza medesima organica, e chimica è del tutto diversa dalla sostanza stessa dell'organo assimilatore; poichè se il muscolo dello stomaco di qualunque animale, dopo la triturazione della bocca, scende nello stomaco di un carnivoro, si vedrà mutato in chimo come qualunque altra sostanza alimentare.

Evvi però una circostanza nella quale può essere una sostanza introdotta nello stomaco, e negl'intestini, senza che dagl'organi assimilatori soffra cangiamento alcuno, e senza che sia rigettata con le materie fecali, ma bensì, portata in circolo col sangue, si deposita particolarmente in una determinata parte della machina animale. Tale è la materia colorante della robbia, la quale secondo Duhamel, introdotta nello stomaco si combina col fosfato

di calce degli alimenti, con cui ha tanta affinità, da resistere a qualunque reagente chimico; laonde dopo tutto il corso della digestione, e dei vasi intestinali, e sanguigni si deposita nelle ossa, che ne prendono il colore.

Queste semplici idee sulle funzioni della forza assimilatrice, non sono certamente che molto elementari, e non comprendono, che alcuni fenomeni di una causa molto più remota dall'umano sguardo, di quello che lo siano le altre funzioni animali. L'esistenza degli organi assimilatori, e l'attrazione chiamata in loro soccorso non bastano a dissipare quella oscurità, con cui ancora si nasconde questa facoltà dell'animale vivente. Ben si può comprendere, che l'attrazione chimica, decomponendo le sostanze degl'alimenti, componga nei vasi proprj il chimo, il chilo, il sangue e la linfa; ma è ella forse, che deposita regolarmente la fibrina nei muscoli, ed il fosfato di calce nelle ossa? Per qual ragione il succo gastrico, che dalle glandole dello stomaco geme avrà la forza di agire sulle sostanze alimentari animali, e non già sopra la sostanza dello stomaco medesimo? Dipende ciò dal principio vitale, oppure dalla stessa forza d'assimilazione? Questo medesimo succo gastrico, come osserva Hunter, per qual ragione, lascia intatta la sostanza muscolare dello stomaco dell'animale vivente, e dopo la morte attacca, e corrode quello stesso viscere, che rispettò nello stato di vita? E forse nella ipotesi della coesistenza del principio vitale, del principio spirituale, e del sistema organico, che resta sospesa ogni

azione distruttrice della molecolare attrazione? Nella circostanza di carie, o di frattura con perdita di sostanza per qual ragione il fosfato di calce si porta precisamente dove per una causa accidentale manca, e dove prima non si deponava, perchè non necessario al bisogno? Chi ne avvertì la natura? Queste, ed altre simili questioni involgono nelle tenebre questa animale funzione, la quale se in parte ci manifesta chiaramente l'influenza dell'attrazione molecolare, dall'altra cela a noi le forze di quella vita organica, che con abituali assimilazioni, ed escrezioni se stessa nudre e conserva.

*Di alcune sostanze componenti l'aria
atmosferica.*

Essendoci limitati in questo Saggio, nei soli rapporti della Fisica, con la Chimica, supponiamo già note, e perfettamente sviluppate quelle nozioni, che sono determinate dalla geometria, o dal calcolo, oppure dimostrate nella Fisica elementare, con le acconcie macchine. Di più dovendo trattare dei fluidi aeriformi, che maggiormente influiscono nella formazione dell'atmosfera, ci è stato necessario di comprendervi la luce, ed il calorico, poichè la prima di continuo la penetra, e si combina in gran parte con le sue basi, ed il secondo n'è il più efficace dissolvente, e la causa principale di tutte le sue proprietà.

Sia che la luce abbia la sua sorgente dal sole, o da un qualunque corpo luminoso, come vuole Newton, e comunemente con esso tutti i fisici; sia che provenga secondo Huygens ed Eulero dall'impressione, che riceve l'organo della vista dalle molecole di un corpo sottilissimo, che riempie lo spazio posto in moto dal corpo luminoso, egli è certo che la sua sostanza si diffonde con una velocità estrema, facendo percorrere 32000. miriametri (193924 miglia) per secondo (1); che si rifrange attraversando i corpi, che si riflette a contatto di questo, che passando ad una certa distanza dai corpi s'inclina, che si decompone attraversando alcuni corpi, e che ora in parte, ed ora totalmente si assorbe dalle sostanze su cui si vibra, ed ora intieramente si riflette. Il fisico osserva questi fenomeni della luce, e col mezzo dei prismi, e dei specchi ne segna tutte le proprietà, e ne divide esattamente le funzioni considerandola, sotto i tre rapporti di luce diretta, riflessa, e rifratta. Il Geometra ne calcola il moto, ne misura il sentiero, ne determina gl'angoli, e colle sue formole giunge a stabilire la giusta misura dei fuochi delle lenti, e regola gl'ottici strumenti. Questi pertanto non trovano, che poche oscurità nelle loro meditazioni, fino a tanto che non richiamano la luce a quest'esame, che ha per iscopo o la sua

(1) Roemer Trans. Philosoph V. XIII.

composizione, o la sua maniera di agire nei corpi, nei quali penetra, e con i quali trovasi a contatto. Allora essi vedono quanto ancora resta a sapersi, e quanto estese sieno le sue relazioni, con i corpi che ci circondano.

Sotto questo punto di veduta considerando noi la luce, la prima proprietà, che in essa osserviamo è quella di essere grandemente sottoposta alle leggi di attrazione molecolare. Se ci mancassero le già note osservazioni sulla di lei inflessione, e diffrazione, basterebbero certamente quelle della sua rifrazione per assicurarci in qual modo sia dall'affinità chimica dominata; poichè, esponendola al passaggio per lo mezzo di vari combustibili diafani, vediamo, che la sua rifrazione è tanto maggiore quanto la combustibilità dei mezzi è più grande. E poichè questa varietà di rifrazione non da altra cagione può nascere, che dalla varia forza di attrazione dei corpi, egli è chiaro che l'affinità a se richiama la luce come le altre molecole della materia.

Non è già questa affinità, quella di una semplice adesione, ma bensì di una vera composizione. Forse quella di adesione potrebbe trovare qualche appoggio nella fosforescenza del solfuro calcareo di Canton (1), se le recenti esperienze di Desseignes (2) non dimostrassero coll'ultima evidenza, che per un intima combinazione della luce con i corpi soltanto la fosforescenza palesasi. Non vi è infatti ora più dubbio, che l'acqua pura si

(1) Trans. Philosoph. V. 72. p. 21.

(2) Journal de Physique V. 71. p. 72.

rende luminosa con la semplice compressione, e che alcune differenti carni di pesci divengono luminose dal momento, che cominciano ad entrare nella pùtrida fermentazione. E se ancora ogni prova mancasse alla chimica composizione della luce con i corpi, la sola quantità della medesima, che si sviluppa nella combustione del gas ossigeno, chiaramente lo dimostrerebbe.

Gli effetti di questa affinità della luce con i corpi, si palesano in tutta la natura, nella più decisa maniera. Le piante vegetano vigorose col suo benefico contatto, e per essa emettono di continuo il gas ossigeno, e per lo contrario languiscono se vengano private della luce, ed imbianchiscono perdendo il loro ordinario colore. Il corpo animale vivente, abbisogna della luce come di uno dei più efficaci stimoli della vita. Gli ossidi metallici come quelli di Mercurio, di piombo, di argento, di oro, cambiano peso, e colore sotto l'azione dei raggi solari (1), e non vi è quasi sostanza, che dalla medesima non resti sensibilmente modificata.

L'indole di questo saggio non permettendoci, che l'esame degli effetti della chimica affinità della luce per rapporto ai colori dei corpi, conviene prima di por mano all'esperienza distinguere i colori considerati nella luce, da quelli che veggonsi nei corpi colorati. Un raggio solare, che cade sopra diversi corpi, variamente da essi riflettesi, e

(1) Scheele *essai sur le Feu* p. 78. Berthollet *Journ. de l'his. V.* 19. *Annal. de chim. V.* 9. p. 140.

questa varietà produce la diversità sì grande, e bella delle immagini, che nella retina dell'occhio dipingonsi. Sovente si domanda se i colori sieno effetto di una modificazione, che nasce dalla sostanza della medesima luce, ovvero da quella dei corpi sui quali essa è vibrata, o ancora se ambedue queste cause concorrano alla formazione dello stesso fenomeno. L'analisi del raggio solare, e l'esperienze di Newton, sembra che non più permettano simili questioni. La già nota esperienza del prisma costantemente dimostra, che la luce è divisa in sette differenti colori, dei quali la rinfrangibilità, è maggiore nel violetto, minore nell'indaco, diminuendo sempre da questo al bleu, al verde, al giallo, all'aranciato, fino al rosso, in cui è minore che in tutti gli altri colori (a).

(a) Berthollet, avverte che molti fisici hanno considerato tutti i colori della natura, come una combinazione del bleu, del giallo, e del rosso; poichè col mezzo di questi tre colori si possono formare tutti quelli, che si compongono dall'arte tintoria, e dalla pittura. Questa opinione, par che supponga non esservi, che tre specie di parti coloranti, le quali in differente maniera si combinano. Egli peraltro osserva saggiamente nell'opera *Elements de l'art, de la Teinture*, che questa supposizione non si accorda punto colla proprietà conosciuta delle parti coloranti. Il verde, che fanno i pittori col giallo e col bleu, non può mai esser quello delle piante, il quale davesi ad una sola specie di molecola, la quale riflette il verde soltanto, oppure riflette il giallo ed il bleu, i quali mescolati insieme producono nell'occhio la sensazione del colore verde. Prieur con una sua ingegnosa memoria, inserita negli annali di chimica. V. 59. p. 227. ha tentato di provare, che non vi sono, che tre sorta di raggi luminosi di una natura particolare, ed incognita cioè il rosso, il verde, ed il violetto. Combinando il rosso ed il verde producesi il giallo, il verde ed il violetto danno il bleu, ed il rosso col violetto producono il colore di porpora. Tutti tre insieme compongono il bianco, e la scala dei colori intermedj è prodotta da una quantità proporzionale dei primi tre colori. Conviene peraltro notare, che l'esperienza del Sig. Prieur, furono, fatte con un quadrante colorato, e con altri mezzi assai facili a produrre un'ottica illusione.

Devesi pertanto avvertire, che mentre i fisici dicono esser la luce settemplici ne' suoi colori, non è già che essi vogliano i raggi solari realmente colorati. I colori non si palesano, che per la riflessione della luce sui corpi, ed in questi soltanto si deve cercare la causa della diversità dei colori. Allora che la luce si vibra dal corpo luminoso altro seco non porta, che un fascio di raggi, i quali avendo diversa affinità con i corpi sopra i quali cadono, producono diversi effetti, da quali ne nascono le diverse sensazioni dei colori. Perlochè quando dicesi un color rosso, violetto, giallo, non altro esprime, che la sensazione, che in noi si sperimenta, nè vuolsi credere, che realmente questi colori alla luce appartengano. Il comune linguaggio, e la stretta relazione della causa coll' effetto, come ancora una certa forza di abitudine, facilmente trasportano le nostre sensazioni nelle cause, che le producono.

Se dunque sono i corpi quelli, che diversamente si colorano al contatto della luce, prima d' inoltrarci nell' esame della teoria, e della causa del fenomeno, vediamo col linguaggio dell' esperienza qual parte vi abbiano le varie modificazioni dei corpi. Sono già noti in fisica, i cangiamenti dei colori, dal momento, che alcune sostanze si sottopongono a delle nuove combinazioni, e singolarmente alla prova delle chimiche affinità. Una soluzione di muriato ossigenato di mercurio limpidissima, e diafana mescolata con poca quantità di carbonato di potassa liquido presenta

il colore di un rosso di ruggine, con l'ammoniaca s'imbianca, e ricupera la primiera limpidezza col mezzo dell'acido nitrico, e prende il color di arancio coll'acqua di calce. Nella stessa guisa la tintura bleu vegetabile diviene rossa con poche stille d'un acido, e ricupera il suo colore per mezzo dell'ammoniaca; e la tintura di violette, non meno cangia di colore cogl'acidi, che cogl'alcali. Quello che si ottiene colla infusione, e coi chimici reagenti dalla sola luce producesi combinata col calorico. Così il muriato sopraossigenato di mercurio, prende un colore grigio dopo alcuni giorni d'esposizione alla luce solare (1), la soluzione dell'acido nitro muriatico prende collo stesso mezzo un colore porporino (2) e così nelle piante con l'aumento dell'azoto secondo Girtanner (3) producesi il color verde.

Poichè dalla luce si ottengono diversi colori, secondo le differenti chimiche combinazioni, che si procurano con le sostanze animali, vegetabili, ed animali, sembra che colla maggiore fisica probabilità non già in essa, ma nei corpi colorati la cagione si debba ricercare dei colori. Questo è un fatto, ma dal medesimo non è agevol cosa dedurre come, e per qual legge il medesimo avvenga. Newton (4) credea che fosse proprietà delle sottilissime laminette dei corpi il riflettere un

(1) Boullay *Annal. de Chimie* V. 44. p. 177.

(2) Rounford *Bibl. Britt* V. 10. p. 93. *Ann. de chim.* V. 32. p. 350.

(3) *Annal. de Chim.* V. 34. p. 34.

(4) *Opt. Luc. part. 1. observat.* 4. 5. 6.

raggio colorato più che un altro. Oltre allo sperimento delle due lenti obiettive fra le quali un sottile strato d'aria interposta, presenta varj colori proporzionali alla sua grossezza, si avvisò di trovare la prova di questa sua opinione, nelle piccole bolle di sapone, le quali cangiano di colore cangiando di densità. Il Nollet (1) ed il Brisson (2) aggiungono alle laminette immaginate da Newton, la figura delle molecole dei corpi, la loro disposizione, e la varietà dei pori. Queste ingegnose ipotesi riconosciute come mancanti di fisica evidenza, sono consegnate alla storia dell'opinioni, e generalmente tutti ora convengono, che nella molecolare attrazione se ne debba cercare la vera causa. Questa è quella, che in varie guise colla composizione, e decomposizione delle diverse sostanze, varia, e modifica le disposizioni delle parti integranti dei corpi, e cangia sotto un istesso raggio solare i colori, e li distrugge, come accennato abbiamo avvenire nelle esperienze fatte con i Chimici reagenti. Egli è facile concepire, come le molecole della luce, considerate in un raggio solare essendo composte di sette indestruttabili specie, trovano, allorchè vibransi sopra differenti corpi, una diversa disposizione per l'affinità, la quale sottoponendole alle leggi di attrazione chimica, le modifica in quelle varie fogge, che i diversi colori dei corpi ci presentano. Se per esempio manca l'affinità per quella specie di particelle, che diconsi

(1) Leçons de Phys. Exper. V. 5.

(2) Tratt. Elem. di fisica V 4.

rosse, e non per le altre, il corpo assorbe queste e non quelle, le quali restando libere, si riflettono, e così vedesi tinto in rosso il corpo esposto alla luce. Che se il corpo non ha tale disposizione di parti onde possa la sua molecolare attrazione esercitare sul raggio solare, la luce non vien decomposta, ma ritorna indietro riflessa qual' ella venne, ed il corpo non dà colore alcuno, ovvero darà quello della stessa luce solare, cioè avrà quel colore, che abusivamente dicesi bianco. Se per lo contrario tale è la composizione, e disposizione delle parti di un corpo, che tutte le sue molecole hanno ciascuna, o copulativamente o individualmente affinità colle sette specie diverse, di cui il raggio solare è composto, allora tutte restano combinate col corpo, che il raggio riceve, e nessuna specie riflettendosi, si fa un assorbimento totale di essi, e qualora questo è perfetto, il corpo non vedesi, che pel solo contorno, quando che il medesimo confini con altri corpi illuminati, e così dicesi allora avere il colore nero. Questo assorbimento della sostanza della luce, è un fatto, sul quale non vi è più alcun dubbio in fisica. Sia che la medesima trovisi chimicamente combinata come nel gas ossigeno, nel fosforo, e nello zolfo, sia che si unisca ai corpi per aggregazione semplice, come nel solfato di barite, nell'autracite, nella lazulite, e nel diamante, sia finalmente, che in essi trovisi, secondo Brugnatelli, aggregata sensibilmente, ma nascosta, onde per rendersi palese non abbisogni, che di una leg-

giera compressione come nel solfato di potassa, nell'acque marine, nello zucchero, e nel bulbo degli occhi, egli è certo, che la luce si combina con i corpi e nei medesimi si trattiene. La semplicità di questa teoria, la sua perfetta corrispondenza con i fenomeni, e con l'esperienze, e la mancanza di quelle gravi difficoltà, cui le altre opinioni soggiacciono, la rendono commendabile, e soddisfacente, almeno sino a che nuove esperienze non abbiano dimostrato la falsità dei principj su cui si appoggia.

Fino a tanto che i fisici si contentarono dell'analisi prismatica, e non chiamarono la chimica affinità ad associarsi all'esperimento del prisma, essi non crederono, che si potesse fare un passo al di là di quel limite, che aveva segnato il Newton, il quale non pertanto aveva non oscuramente indicato, l'influenza dell'attrazione, trattando della causa della diversa refrangibilità della luce nei differenti corpi per cui passa. Ora però dopo le recenti esperienze di Berthollet, di Rumphord, e di Herschel un raggio solare oltre ai colori prismatici, altre proprietà interessantissime ci offre, ed altri rapporti strettamente alla chimica uniti. Già da lungo tempo sapevasi, che i raggi solari non riscaldano egualmente tutti i corpi. Schéele (1) fu il primo, che esponendo due termometri a spirito sotto l'azione del raggio solare, osservò, che uno di essi, che era di colore rosso,

(1) *Traité chim. de l'air e du feu* p. 146.

si inalzava più rapidamente dell'altro, ed inoltrando le sue osservazioni, fu condotto dalle medesime ad asserire, che la capacità di riscaldarsi nei corpi era in proporzione, che più si accostavano al così detto colore nero, e che la causa di questo fenomeno trovavasi nel più o meno di affinità che i corpi hanno per la luce. Berthollet (1) notato aveva una distinta differenza fra la sostanza della luce, e quella del calorico in un medesimo raggio solare; poichè osservò, che i raggi luminosi attraversano liberamente il vetro, ed i liquori limpidi, mentre che il calore in essi si arresta, e gli riscalda. Più direttamente Rochon (2) volendo osservare questo fenomeno scoprì, che i colori diversamente refrangibili erano ancora diversamente calorifici. Un genio più felice, qual fu quello di Herschel, pose in chiaro lume una verità, che di giorno in giorno diveniva sempre più adulta, con i varj tentativi dei Fisici. Egli fu, che con evidenti caratteri distinse lo spettro luminoso dallo spettro calorifico. Vedendo che le lenti del suo telescopio, con cui osservava il sole, quanto erano di un colore più intenso, tanto più si riscaldavano fino al segno di sovente spezzarsi, fu indotto ad osservare la facoltà calorifica dei diversi raggi colorati. A tale effetto espose successivamente un termometro, ai raggi prismatici, e verificò l'esperienze di Rochon deter-

(1) *Static. Chim.* V. 1. p. 192.

(2) *Essai sur les degrés de chaleur des rayons coloris. Recueil de mem. sur la meac. et Phys.* p. 348.

minando con evidenza un fatto restato fino a quell'epoca indeciso, cioè, che le facoltà di riscaldare i corpi, è più debole nei raggi più refrangibili, e che la medesima monta per gradi a misura che la refrangibilità diminuisce. La natura di queste esperienze doveva guidare Herschel a dei risultati ancora più interessanti; ed in fatti, osservando che la facoltà calorifica, andava sempre crescendo dal violetto al rosso, sospettò, che la medesima, non avesse per limite l'estremità visibile dello spettro, ma continuasse ancora al di là del medesimo. Collocando dunque il termometro al disotto del rosso, fuori dello spettro prismatico, ma sempre nella linea della sua direzione, vidde che viepiù s'inalzava di temperatura sino alla distanza di circa mezzo pollice, oltre il quale il termometro si abbassava (1). Ripetuta questa medesima esperienza, sull'altra estremità dello spettro prismatico, non trovò che al di là del raggio violetto la facoltà calorifica desse alcun segno nel termometro. Queste delicate osservazioni, furono con differente apparato ripetute da Enrico Englefield, alla presenza d'illuminati giudici, senza che alcuna varietà si palesasse da quelle di Herschel. Ecco dunque, che in un solo raggio solare vi sono due distinte sostanze, e diversamente refrangibili, le quali passando a traverso del prisma, producono due spettri uno luminoso, e l'altro calorifico.

Le recenti esperienze di Wollaston, e di Borman, e singolarmente di Ritter aggiungono al

(1) *Biblioteca Britannica*, V. 15. p. 196.

raggio solare una terza sostanza, la quale rifratta forma un terzo spettro del tutto distinto dagli altri due. Già Schéele aveva osservato, che il muriato di argento, esposto all'azione dei raggi violetti, anneriva più presto, che per quello degli altri raggi; ma Ritter sperimentò questo fenomeno, al di là del confine superiore dello spettro prismatico, notando, che questo cangiamento di colore diveniva sempre minore, sino al color rosso, dove il muriato di argento non soffriva variazione alcuna di colore, anzi esponendo il muriato già annerito dal violetto, all'azione del colore rosso, ed ancora a quello del fuoco dello spettro calorifico, situato, come si è detto, un mezzo pollice sotto lo spettro luminoso, lo vide in poco tempo bianco, e che ricuperava il suo primiero stato di ossigenazione. Dopo tali osservazioni non vi è più alcuna difficoltà di ammettere nella luce solare una sostanza, disossigenante, distinta da quella della luce, e del calorico, cui debbonsi attribuire tutti quei chimici cangiamenti, che dalla luce solare si producono continuamente nei corpi.

La luce solare, è dunque composta di tre sostanze distinte separabili dal prisma in ragione della loro refrangibilità. I raggi calorifici sono i meno refrangibili, ed i raggi disossigenanti sono i più refrangibili, mentre i raggi colorati tengono uno stato medio di refrangibilità. Vi sono in conseguenza tre differenti spettri prodotti dalla refrazione del prisma. Il *maximum* della illuminazione è nel colore giallo, il *maximum* del potere disossigenante è al

disopra del colore violetto, ed il *maximum* della forza del calorico, è al disotto del colore rosso. La facoltà di disossigenare, e di riscaldare, si aumentano per gradi partendo dal basso in alto dello spettro per la prima, ed all'alto in basso per la seconda; laonde il *maximum* dello spettro luminoso è nel centro di esso, ed i limiti estremi del medesimo, che sono i minimi d'illuminazione, vengono terminati, prossimamente con i due massimi della forza disossigenante al disopra, e della calorifica al disotto. Questa è la recente teoria adottata da Thompson, e comunemente da tutti i Fisici.

Del Calorico.

La scoperta fatta da Herschel nel dissipare l'opinione di coloro i quali credevano non essere il calorico, che una ignota proprietà della materia simile alla gravità, capace soltanto di dare un particolar moto alle molecole dei corpi, ha nel tempo stesso posto il colmo alle dimostrazioni, con cui vien determinato, come una sostanza elementare, e semplice distinta da ogni altra. Per quanto ingegnosissime sieno l'esperienze di Leslie, esse non potranno mai conciliare il moto di vibrazione dato alle molecole di un corpo con i fenomeni, che dimostrano l'esistenza di un agente reale, che penetra in tutti i corpi, ed in mille guise li attenua, li divide, e li modifica. Se la natura di questa sostanza ci è ignota perchè non abbiamo ancora mezzi acconci per scoprirla, non è per questo, che le sue proprietà

lo siano ancora. Noi le vedremo costantemente palesarsi in ogni esperienza, e senza difficoltà ne determineremo la forza, ed agevolmente ne spiegheremo gl' effetti.

Primieramente già vedemmo, come il calorico si rifrangia passando a traverso di un prisma. Ma oltre a questa proprietà simile a quella della luce, egli ha ancora in un grado eminente quella di riflettersi. Pictet (1) per lo mezzo degli specchi concavi di stagno, con ingegnose maniere non solo ha dimostrato la riflessione del calorico, ma di più ha fatto conoscere l' influenza della superficie riflettenti. Pose egli un sensibilissimo termometro a aria nel fuoco di uno dei due specchi, e nel fuoco dell' altro una palla di ferro riscaldata al disotto dell' incandescenza, e nell' istante vide l' inalzamento del fluido. Lo stesso accadde sostituendo alla palla di ferro, un lume acceso, ad una boccia di acqua bollente. Analizzando la riflessione del calorico, si avvide, che le superficie riflettenti avevano una grande influenza sull' inalzamento del termometro. Poichè posto esattamente nel mezzo di due specchi concavi, uno specchio piano di cui una superficie era levigata, e tersa, e l' altra coperta di amalgama, osservò, che quando la parte tersa, era rivolta verso la boccia di acqua bollente, l' inalzamento non era, che di un mezzo grado; ma quando si voltava alla boccia la parte amalgamata dello specchio, l' inalzamento era di tre gradi e mezzo. Variando in se-

(1) Sur le Feu Chap. 3.

guito il calore della superficie riflettente, e la sostanza della medesima, ebbe sempre luogo da un fuoco all'altro de' due specchi concavi, la riflessione del calorico, e con una istantanea velocità, quantunque dovesse percorrere in alcune esperienze la distanza di 23 metri. Al pari della luce dunque il calorico si riflette, e da questa proprietà singolare, è stata nella fisica introdotta l'idea del calorico raggianti.

Si è voluto da alcuni Fisici, dietro l'esperienza di Pictet (1) promuovere ancora l'opinione del freddo raggianti, poichè vedesi costantemente, che posto in un fuoco di uno specchio concavo, un sensibile termometro, e nel fuoco di un altro simile specchio una boccia piena di neve, il termometro si abbassa di molti gradi, e molto più se sulla neve si versa dell'acido nitrico. Tutta l'apparenza di questo esperimento, porta a credere, che il freddo sia emesso dalla neve, e riflesso sul termometro dallo specchio. In tal caso tornerebbe in vigore l'antica opinione dell'Accademia del Cimento, sulle particelle frigorifiche, ed il freddo non sarebbe più una privazione del calorico, ma bensì un corpo, una sostanza di una natura opposta a quella del calorico. Ciò non ostante, volendo dare una spiegazione a questo fenomeno, che merita tutta l'attenzione del Fisico, noi adottiamo quella data da Prevost e da Hutton, come la più soddisfacente di ogni altra.

(1) Journal de l'Institut, T. 1. p. 224. Philos. Maga. V. 29. p. 309.

Egli è certo, che il calorico tendendo all'equilibrio di temperatura si emette da tutti i corpi, e poichè il termometro situato nel fuoco di uno dei due specchi concavi mantiene la sua temperatura coll' emissione dei corpi circostanti, deve necessariamente sentire l'effetto del calorico, emesso dal corpo situato nel fuoco dell' altro specchio. Ora la neve, che in questo ritrovasi, togliendo il calorico dello specchio a se vicino, questo non potrà più emettere il calorico allo specchio opposto, dal che ne nasce, che sul termometro non si potrà più riflettere quella quantità di calorico necessaria per conservare l'equilibrio di temperatura. Anzi dal termometro stesso, dovrà emettersi del calorico per riflettersi all' opposto specchio, onde supplire a quello, che viene dalla neve assorbito, e perciò il termometro deve abbassarsi.

Quantunque il Lavoisier (1) celebre per tante scoperte, e per l'esattezza delle sue osservazioni, avesse dimostrato, che il peso dei corpi non si altera nè pel caldo nè pel freddo; non ostante l'esperienze di De Luc (2) di Fordryce (3) di Morveau (4) di Chaussier (5) facevano sospettare che i corpi divenissero leggieri riscaldandosi, e singolarmente quella di Fordryce, in un globo ripieno di acqua di fiume, il quale acquistava maggior peso sottoposto all'azione della neve

(1) Men. de l' Accad. an. 1783.

(2) Modifications de l' Atmospher.

(3) Journal de Physiq. ann. 1785. mois d' octobre.

(4) Journal de Sav. an 1785. p. 493.

(5) Transact. Philoso. an. 1799.

mescolata con una quantità di muriato di soda. Presentemente sembra però che ogni equivoco sia tolto, mercè le delicate esperienze da lui istituite nel 1797, e dirette con la sua ordinaria diligenza, alla verificazione di quelle che furono fatte prima di lui. Risulta dalle medesime che il calorico non influisce in alcuna sensibile maniera sul peso dei corpi.

Ancora la proprietà, che hanno i colori delle superficie dei corpi di assorbire la luce, ed il calorico, era notissima; ma fino a tanto che non furono pubblicate le recenti scoperte di Leslic, e di Rumford non si era neppure sospettato, che la superficie di un corpo grandemente riscaldato influiva sul suo raffreddamento. Essi furono i primi a dimostrare, che un corpo metallico riscaldato, impiega un doppio tempo nel raffreddarsi, quando è terso, e pulito di quando è coperto da vernice, da colla, o da qualunque altro inviluppo, e ciò nella ipotesi di un atmosfera tranquilla e calma; giacchè egli è provato che per un vento moderato, fino ad una forte agitazione dell'aria la differenza dell'efficacia delle superficie rapporto alla perdita del calorico si approssima all'eguaglianza sino quasi a divenir nulla.

Questa interessantissima influenza della superficie, produsse il celebre *termometro differenziale* descritto nelle memorie di Rumford, e di Leslic con cui furono stabiliti i seguenti canoni, i quali formano la parte più interessante della teoria del calorico.

1.º L'inraggiamento del calorico, è in ragione diretta della temperatura, dei corpi caldi, e dell'aria.

2.° Questo irraggiamento è in ragione inversa della distanza dal *riflettente*. (a)

3.° L'irraggiamento è in ragione dei seni d'inclinazione della superficie calda riguardo all'asse del *riflettente*.

4.° La diversa natura dei corpi varia la facoltà d'irraggiamento del calorico in essi contenuto.

5.° Lo stato della superficie del corpo, varia la facoltà raggianti, la quale, è minore se la superficie è tersa e brillante; e maggiore se la superficie è tinta di nero, ruginosa, o in qualunque modo artificiosamente oscurata.

6.° Gli effetti della facoltà raggianti, sono in ragione diretta della densità, o dell'involuppo, che si pone sul corpo raggianti.

7.° La facoltà dell'emissione, e dell'assorbimento del calorico, sono nella stessa proporzione.

8.° La facoltà di emettere il calorico, e nella ragione inversa della facoltà di rifletterlo.

9.° La facoltà dell'emissione del calorico, raggianti non ha luogo, che nei mezzi aeriformi, e non è sensibilmente alterata dalla loro diversa natura.

10.° Questa medesima facoltà diminuisce per la rarefazione del mezzo.

(a) Dicesi *riflettente* uno specchio lucidissimo di latta, o di acciaio di forma parabolica, nel di cui fuoco vi è collocato il globo focale del termometro differenziale. Posto questo corpo caldo come sarebbe un vaso di stagno, riempito di acqua bollente, nell'asse del *riflettente*, il calorico raggianti si riflette sul termometro posto nel suo fuoco, e variando la superficie, l'inclinazione, e la temperatura del corpo caldo, si hanno costantemente i sopraindicati fenomeni.

11.° L'effetto del parafuoco, influisce per la sua distanza dal corpo raggiante, ed è in ragione diretta di questa medesima distanza; per la sua grossezza, ed è in ragione diretta di essa; e per la sua natura è nella ragione inversa della facoltà d'irraggiamento, che ha la sostanza di cui è il parafuoco composto.

12.° L'emissione del calorico, non è simile a quella della luce. Questa passa a traverso dei corpi diafani, e quello si arresta, e li riscalda; questa diminuisce in ragione inversa dei quadrati delle distanze, e quella nella ragione inversa semplice.

Stabilite le proprietà più generali, che si osservano allorchè il calorico si emette dai corpi, vediamo ora quali sieno gli effetti suoi allorquando passa in essi, e vi si trattiene. Per ben comprendere i modi con i quali il calorico passa a traverso dei corpi, partiamoci da una sicura, e facile esperienza. Prendasi un filo di ferro lungo 540 millimetri (18 soldi circa di braccio), e si esponga al fuoco con una sua estremità, fissando un termometro all'altra. Passeranno circa 4 minuti, prima che il termometro dia segno di cangiamento di temperatura, e soltanto dopo 15 minuti, lo inalzerà di circa tre gradi. La prima spontanea conseguenza, che ci presenta questo fatto, è che il passaggio del calorico nei corpi si fa lentamente, e questa lentezza essendo proporzionale al tempo, che dal medesimo impiegasi nel comunicarsi alle molecole dei corpi, ne discende, che la forza dell'affinità molecolare, esige un tempo più o meno

grande per la composizione, o combinazione del calorico con la sostanza cui si è comunicato. E siccome successivi sono i gradi del riscaldamento del filo metallico, egualmente che quelli del suo raffreddamento, così ancora successive devono essere le funzioni della composizione, e della decomposizione delle molecole del calorico, con le molecole elementarj dei corpi.

Osservando l'antecedente esperimento, si vedrà, che la verga, o filo metallico, è più caldo all'estremità esposta al fuoco, e che lo è di grado in grado meno verso l'altra estremità. Questa graduata diminuzione, prova chiaramente, che la quantità del calorico trasmesso è sempre proporzionale all'eccesso di temperatura comunicata alla parte del corpo conduttore esposta alla sorgente del calorico. Ma se la verga metallica non fosse nella sua lunghezza proporzionale alla quantità di colorito prodotto dalla sua sorgente, allora il numero delle molecole ovvero dei strati del corpo conduttore, eccedendo quelle del calorico, non potranno prestarsi all'affinità di queste, e perciò le parti più lontane dalla sorgente non potranno dare segno alcuno di una variazione di temperatura. Vi è dunque un limite nella penetrazione del calorico nei corpi, e questo dipende dal numero delle molecole del medesimo, o sia dalla sua quantità di massa posta in contatto col corpo conduttore.

Questo limite è talmente determinato in natura, di modo che oltre di esso il corpo anzichè condurre il calorico si dissipa, e si

attenua, cangiando intieramente stato. Per questa ragione i metalli si fondono, e si volatilizzano esposti ad una maggiore quantità di calorico di quello che abbisogna ad una semplice affinità atta a condurlo, il diaccio si fonde in acqua, e quindi in vapore sollevasi, ed i legni come tutti i corpi combustibili si accendono e si dissipano.

Si deve pertanto avvertire, che quest' affinità del calorico con i corpi è indefinita, ma non è già la medesima in tutti, per lo che alcuni più facilmente lo conducono, ed altri meno. Il ferro lo conduce con somma facilità e prestezza, lo che non fa il legno, l'argilla, ed il carbone, e per questa ragione mentre noi tenghiamo impunemente il carbone acceso per una estremità, non possiamo soffrire il contatto di un ferro della stessa lunghezza, ancora che non sia nella sua estremità incandescente, e rosso. In generale convengono i Fisici, che i corpi più densi sono i migliori conduttori, e che se vi sono delle eccezioni da farsi, esse dipendono dalla specie, e non dalla massa loro. Egualmente tutte l'esperienze dimostrano, che tutti i corpi solidi, compresi lo stesso diaccio, al disotto di 6. R. sono conduttori, come ancora tutti i fluidi. Se vi è un oppositore alla forza conduttrice di questi egli è Rumford (1) e la sua teoria desunta dalla gravità specifica maggiore, che prendono le molecole dell'acqua allora che passano al raffreddamento non spie-

(1) Essais par. 2. Chap. 2.

gherà mai in modo soddisfacente la ragione per cui un pezzo di diaccio posto in un vaso e coperto di acqua bollente si fonde, se non ammettendo nell'acqua la facoltà di condurre il calorico. Dopo l'esperienza di Thomson (1) di Murray (2), e di Dalton (3) quelle di Rumford, sebbene elegantissime, altro non provano che lo sforzo d'ingegno di uno dei più dotti fisici dell'Europa.

Passando di molecola in molecola, e di strato in istrato il calorico per giungere al suo limite di saturazione non trova in tutti i corpi una eguale facoltà conduttrice, o sia un eguale affinità. E qui è dove il linguaggio della esperienza è l'unico che si debba dal Fisico ascoltare. Questo c'insegna, che esposti allo stesso grado di calore una verga di ferro della medesima dimensione e massa, che una lastra di argilla, o una pietra, applicando un termometro all'estremità opposta, questo s'innalzerà presto di temperatura al contatto del ferro, e non darà alcun segno al contatto della pietra. In generale egli è dimostrato, che i metalli sono fra tutti i corpi solidi fino ad ora sperimentati i migliori conduttori del calorico, sebbene non lo siano tutti egualmente come risulta dall'esperienza fatta per lo mezzo della fusione della cera da Ingen-housz (4). Di questa proprietà dei metalli se ne servono i Fisici e gli artisti per molti usi, e comodi della vita.

(1) Journal de Nicholson N. 4.

(2) Journal de Nicholson N. 1.

(3) Memoires de Manchester N. 5.

(4) Journal de Phisique an. 1789.

Le pietre essendo meno perfetti conduttori dei metalli, e frà esse i mattoni, e l'argilla, essendo i meno dotati della facoltà conduttrice, servono mirabilmente a conservare l'efficacia del calorico nei fornelli, e ad impedire la perdita del medesimo nei fuochi economici. Più imperfetto conduttore della pietra è il vetro, e per questa ragione egli è sì facile a spezzarsi allora quando passa sollecitamente dal caldo al freddo, e reciprocamente. Distruggesi allora la coesione delle sue parti; poichè mentre una superficie si dilata coll'improvviso calore, o si restringe col freddo, l'altra trovasi nel suo stato quasi naturale. I legni sono più imperfetti conduttori del vetro, ed il carbone, la piuma, il pelo lo sono ancora meno del legno, ed è per questa ragione che si preferiscono comodamente gli abiti di lana, o di panno ancora nell'estate, essendo essi meno conduttori del calorico atmosferico, che quelli fatti di altra sostanza. Inerendo alle osservazioni di Rumford (1) la facoltà conduttrice degli abiti di panno è nella ragione inversa della finezza del tessuto.

Sebbene sia varia la facoltà conduttrice con cui diversamente il calorico alla massa dei corpi comunicasi, pure in un maggiore o minore tempo producesi una eguaglianza di temperatura. Così due eguali quantità di acqua di diversa temperatura mescolate insieme prendono una temperatura media, ed una verga di ferro rovente tenuta sotto la neve, o esposta

(1) Transa. Philos. an. 1792.

all' ambiente dell' aria si pone dopo qualche tempo alla stessa temperatura atmosferica, e così ancora avviene, mescolando due eguali quantità di diaccio, e l'acqua calda, avvertendo in questo caso che bisogna calcolare 60 gradi termometrici latenti necessarj perchè il diaccio passi dallo stato solido ad esser fluido.

Questa uguaglianza di temperatura che prendono i corpi è quella che forma l'equilibrio del calorico. Il Newton e dopo di lui Kraft e Richemann (1) proposero la seguente regola come una legge dettata dalla natura per l'equilibrio del calorico „ Quando un corpo è „ sospeso in un mezzo di una diversa temperatura dalla sua la differenza della temperatura di esso da quella del mezzo diminuisce secondo una progressione geometrica in „ tempi i quali crescono in progressione aritmetica „

Siamo però ben lontani dal volere spiegare l'intrinseco meccanismo di questo equilibrio. Le ipotesi di Mairan, di Pictet, e di Prevost quantunque ingegnossissime non altro disvelano, se non che la distanza in cui siamo ancora dall'epoca, in cui si potrà conoscere l'intrinseca natura di questo singolare fenomeno. Non ostante fra esse quella di Prevost, che ha per base il cambio reciproco del calorico raggiante, ci sembra la più verosimile e la più acconcia per ispiegare le osservazioni di Herschel, e di Rumford.

Dal momento che il calorico passa nei corpi egli giammai vi resta inattivo ed inope-

(1) Comm. Petrop. V. I. p. 195.

roso. Le sue molecole, insinuandosi fra quelle delle diverse sostanze, non solo le separano, ma sovente ne alterano la tessitura, la composizione, e l'affinità, ed i rapporti con i corpi vicini. Questi sono ora quegli effetti che passiamo a considerare dal calorico prodotti dopo di avere esaminato i modi che tiene nella sua emissione. Il primo di questi effetti ed il più sensibile è quello di allontanare fra loro le parti integranti del volume dei corpi. E poichè questa separazione fra molecola e molecola non può aver luogo senza che vi abbisogni uno spazio maggiore per contenere lo stesso numero di molecole diradate, ne segue che il volume del corpo deve farsi maggiore a proporzione della causa diradante, o sia in altri termini generali il volume dei corpi si aumenta per l'azione del calorico, e si diminuisce per la sottrazione del medesimo. Non è per altro questo effetto eguale in tutti i corpi, ma bensì molto diverso secondo la loro differente natura. Così l'esperienza dimostra, che la dilatazione dell'aria alla temperatura di 80. R. è otto volte più grande che quella dell'acqua, e la dilatazione di questa è 45. volte più grande di quella del ferro alla medesima temperatura; e che in generale nelle sostanze aeriformi la dilatazione è la maggiore di ogni altra, media nei liquidi, e minore nei solidi. I fluidi aeriformi o sia le sostanze gaseose, hanno la singolar proprietà dimostrata dal Gay-Lussac (1) e da Dalton (2)

(1) *Annal. de Chim.* v. 43. p. 137.

(2) *Memoires de Manches.* v. 5. p. 593.

di prendere la medesima dilatazione, ed eguale espansione con una eguale quantità di calorico; di manierachè conosciuta che sia quella di un gas, si può senza sensibile errore determinare quella di un altro. Non possiamo dire lo stesso dei liquidi; poichè probabilmente le sostanze volatili ed aeriformi in essi contenute influiscono non poco nell'aumento del loro volume. Nonostante essi presentano delle proprietà generali che possono servire di sicura scorta per fissare i rapporti della loro dilatazione con i gradi di calorico loro comunicati. Infatti noi vediamo costantemente che più un liquido è vicino al termine della ebullizione, più ancora è grande la sua dilatazione coll'aumento di un solo grado di calorico accresciuto; e che producesi un'effetto minore di dilatazione nel liquido quando questo è più lontano dal termine dell'ebullizione. Laonde può determinarsi come una regola sicura, che la dilatazione dei liquidi tanto più li fa lentamente quanto più è lontano, o più alto il termine di ebullizione. Ed osservandosi ancora di continuo da tutti i Fisici, che il mercurio con un medesimo aumento di temperatura si dilata meno dell'acqua, questa meno dell'alcool, e questo ancora meno dell'etere; e che d'altronde il liquido il più dilatabile è sempre quello che con minore grado di temperatura passa all'ebullizione, ne nasce spontaneamente la regola generale adottata ancora da Thompson, cioè che la dilatabilità dei liquidi è prossimamente in ragione inversa della loro temperatura per l'ebullizione.

Questa proprietà che hanno i liquidi di dilatarsi investiti che sono dal calorico, e di dilatarsi più o meno equabilmente ha dato origine all'utilissima invenzione del termometro, il quale da principio corretto, dagl' Accademici di Firenze, ora trovasi condotto al maggior grado di perfezione, ed applicato con la più grande utilità. La cognizione di questo strumento è troppo conosciuta per non doverci occupare della sua costruzione ed applicazione (a).

(a) Tre sono i Termometri generalmente in uso, quello di Fahrenheit, di Raumur, ed il Centigrado. Per comodo dell'istruzione noi daremo le formule per trovare i gradi corrispondenti di uno dei tre termometri dati quello di un altro.

Il termometro di Fahrenheit fra il punto di congelazione, e quello dell'acqua bollente segna 100 gradi, e lo zero è fissato al punto di temperatura prodotto dalla mescolanza di neve e di muriato di soda, il quale è a 32 al disotto della congelazione dell'acqua; per lochè dallo zero di Fahrenheit all'acqua bollente vi sono $180^\circ + 32^\circ$. L'estensione del termometro centigrado non è che di 100° , cioè dalla congelazione dell'acqua all'ebullizione della medesima. L'estensione del termometro di Raumur è di 80° dalla congelazione dell'acqua sino all'ebullizione.

Poste queste preliminari nozioni, paragonando i limiti della temperatura dalla congelazione dell'acqua fino all'ebullizione nei varj termometri, ed indicando per F quello di Fahrenheit, per C il centigrado, e per R quello di Raumur, si avrà per quello di Fahrenheit,

$$F : C :: 180 : 100 :: 9 : 5 \text{ e quindi } F = \frac{9 C}{5}, \text{ e } C = \frac{5 F}{9};$$

cioè un grado di Fahrenheit, è eguale ad un grado, e $\frac{4}{5}$ del cen-

tigrado, ed un grado del centigrado vale $\frac{5}{9}$ di Fahrenheit. Prendendo tutta la latitudine dallo zero all'acqua bollente, si avrebbe

$$F = \frac{9 C}{5} + 32, \text{ e } C = \frac{5 F - 160}{9}$$

Paragonando quello di Fahrenheit con quello di Raumur si avrebbe

$$F : R :: 180 : 80 :: 9 : 4 \text{ e quindi } F = \frac{9 R}{4} \text{ e } R = \frac{4 F}{9} \text{ o sia}$$

un grado di Fahrenheit vale due gradi ed $\frac{1}{4}$ di Raumur, ed un gra-

Alla proprietà generale del calorico di dilatare i corpi due sono soltanto l'eccezioni, che far si possono, cioè quella dell'acqua e quella della cristallizzazione dei sali. Gli Accademici del Cimento furono i primi ad osservare, che l'acqua si dilatava tanto coll'aumento del calorico, quanto con la sottrazione del medesimo al di là del grado di congelazione; ma essi notato non avevano il massimo grado di densità della medesima da cui partiva la dilatazione prodotta da due contrarie cagioni. Questo trovasi ora determinato a $4^{\circ} 44$. del centigrado sopra lo zero, o sia sopra il punto della congelazione, dimanierachè se l'acqua si raffredda al disotto dell'accennato grado di densità, il suo volume si aumenta nella stessa guisa come se la sua temperatura s'innalzasse. Producendosi il medesimo effetto di dilatazione nell'acqua tanto per aumento che per sottrazione del calorico, partendosi dal grado $4, 44$. centigrado, fu questo chiamato il massimo grado di densità della medesima. Queste interessantissimo fenomeno, che ha per lungo tempo occupato i più dotti Fisici quali sono Blagden, Gilpin, Thompson, Deluc,

do di Raumur vale $\frac{4}{9}$ di quello di Fahrenheit. Prendendo tutta la latitudine dei termometri si avrà $F = \frac{9 \cdot R}{4} + 32$ ed $R = \frac{4 \cdot F - 128}{9}$. Collo stesso metodo si avrà $C : R :: 100 : 80 :: 3 : 4$ e quindi $C = \frac{5 R}{4}$ e $R = \frac{4 C}{5}$ cioè il centigrado vale un grado ed $\frac{1}{4}$ di Raumur, e questo è eguale a $\frac{4}{5}$ del centigrado.

Dalton, Lefeur-Gineau, ci condurrebbe alle più distinte ricerche sulla congelazione, le quali troppo ci distrarrebbero dal nostro scopo. Perlocchè prima di passare all' esame delle funzioni del calorico noteremo riguardo ai sali, che questi per l'abbassamento di temperatura si dilatano invece di restringersi, come con molte sperienze ha dottamente dimostrato Vauquelin . (1)

Il cangiamento di volume per l'aumento del calorico si rende assai più degno di osservazione quando il corpo cangia intieramente stato, si disorganizza, e diviene invisibile. Convengono ora i fisici che tutti i corpi solidi pochi eccettuati, possono essere cangiati in liquidi, e questi, non compreso l'alcool, ritornare ad essere solidi col solo aumento, o sottrazione di una data quantità di calorico. Così ancora i fluidi elastici non permanenti, com'è il vapore acquoso, con una maggiore sottrazione di calorico addizionale passa allo stato di liquido, ed ancora di solido diaccio. In generale tutti i corpi che offre la natura sono suscettibili di passare per i tre stati di solido, liquido e fluido elastico; lo che se non si può coll'esperienza dimostrare, la cagione si deve unicamente ricercare nella privazione dei mezzi in cui siamo di produrre una quantità sì intensa di calorico, che fosse proporzionato all'effetto. Per lo contrario tutti i fluidi elastici potrebbero convertirsi in liquidi, e solidi se si potessero

(1) Annal. de chim. V. 14. p. 256.

esporre alla necessaria temperatura al di sotto di qualunque grado termometrico a noi noto. Il Gas ammoniacale ce ne offre una prova, essendo egli permanente; ma questa sua permanenza cessa, e prende lo stato liquido qualora venga esposto a $43.^{\circ}$ sotto lo zero centigrado.

Nel provare la verità di questa teoria coll'esperienza sovente si osserva che alcuni solidi passano ad essere liquidi istantaneamente, ed altri con più lentezza, e quasi per gradi, come avviene a due eguali volumi di stagno, e di cera, la quale non ancora si è intieramente fusa, mentre lo stagno è già liquido, quantunque siano stati esposti allo stesso grado di calore, e sebbene la cera abbia ai primi attacchi del calorico dato segni di fusione. Chi bramasse una plausibile ragione di questo fenomeno, la troverebbe agevolmente nella differente facoltà conduttrice delle due sostanze. Riguardo all'acqua però si osserva un altro fenomeno degno della più grande avvertenza. Egli è quello di raffreddarsi al disotto del grado zero senza divenir solida, se non per lo mezzo di un leggiero moto comunicato alla massa raffreddata. Prendasi una libbra d'acqua calda a 60. gr. R. e si mescoli con una libbra di diaccio; si vedrà che questo poco a poco si fonde ed un termometro immerso in questa mescolanza segnerà il grado zero quando tutto il ghiaccio sarà fuso. Se questa mescolanza si espone ad un maggiore raffreddamento col mezzo dei sali, e del diaccio posti attorno al vaso,

il termometro discenderà al disotto del grado di congelazione, e l'acqua resterà fluida qualora non sia agitata, che se alla medesima si comunica un leggiero moto, o in esso si getti un piccolo pezzo di diaccio, si vedrà tosto che la medesima si forma in diaccio, e nel tempo stesso si osserverà che il termometro s'innalza di temperatura.

Prima di Black credevasi che i solidi giunti alla temperatura di loro fusione erano convertiti in liquido da una piccola quantità di calorico addizionale, e che riprendevano il loro stato primiero con la sottrazione della medesima. Ma dopo le ripetute esperienze questa opinione fatta più generale ha dato luogo alla seguente teoria adottata da tutti i fisici. Ogni qualvolta un solido passa allo stato liquido si combina con una quantità di calorico, la quale mentre opera il cangiamento nel solido non offre alcun segno sensibile di variazione di temperatura. E quando un liquido passa allo stato solido, abbandonando quella quantità di calorico che trovavasi impiegata alla sua fluidità, lo rende sensibile, e cangia la temperatura dei corpi vicini. Dal che ne discende che nella formazione dei fluidi vi è una quantità di calorico che si rende *latente* e nel passaggio dei fluidi allo stato solido vi è una quantità di calorico che si rende *libero*, e sensibile. Da questa semplice teoria ne nasce spontanea la spiegazione dell'antecedente sperienza, la quale è una delle più fondamentali del sistema. L'acqua in stato fluido dopo che si è sciolta una eguale

quantità in peso di solido diaccio, ha comunicato i 60° R. di calorico al diaccio per formare la sua fluidità, la quale quantità di calorico, passando ad uno stato latente non può dare alcun segno sensibile nel termometro. Passando poi l'acqua dalla fluidità alla solidità del diaccio, necessariamente bisogna che abbandoni quella quantità di calorico che la teneva in stato fluido la quale, rendendosi calorico *libero*, e sensibile, deve inalzare la temperatura del termometro. Resta frattanto nello stato liquido l'acqua sebbene il termometro si abbassi; poichè nuova sottrazione di calorico si fa dalla medesima. Ma dal momento che un piccolo moto si comunica al vaso le molecole dell'acqua prendono una nuova disposizione, e quelle del calorico richiamate di continuo da una potente causa, che tenta di continuo di sottrarle, abbandonano l'acqua, e si sviluppano in calorico sensibile, e così il fluido passa necessariamente ad esser solido.

Questi sensibili caratteri del calorico non solamente si manifestano nell'acqua ma il Landriani (1) li verificò ancora nello zolfo, nell'allume, ed in molti metalli, ed il Black ne osservò le funzioni nella fusione della cera, del sego, e del bianco di Balena, e noi diciamo possiamo verificarli, rinnovando l'esperimento delle mescolanze di due eguali quantità di alcool, e di acqua, o di quattro parti di acido solfurico con una di acqua, o final-

(1) Jour. de Phys. V. 25.

mente di varj sali con l'acqua . In tutti questi ed altri simili esperimenti si troverà avverata la regola generale, che l'aumento di densità produce uno sviluppo di calorico, e che una diminuzione di densità genera il freddo .

Dopo che un solido, è passato allo stato fluido, come si è notato nel diaccio, assorbendo una quantità di calorico, se altra quantità ancora se ne aggiunga , il termometro darà segni di una maggiore temperatura, ed il liquido comincia ad evaporarsi , e quelle parti di esso, che sono più vicine alla sorgente del calorico si convertiranno in fluido elastico, e qualora la detta sorgente sia nel fondo del vaso, il vapore s'inalza in forma di bolle attraversando tutta la sostanza del liquido , dal che si forma la ebullizione . Frattanto s'ingannerebbe chi credesse che il liquido con indefinito aumento di calorico divenisse sempre più caldo . Vi è un termine oltre il quale il liquido non più si riscalda , e tutta la quantità di calorico al di là di questo termine impiegasi alla formazione del fluido elastico, nel quale diviene latente. Così l'acqua giunta a 80°. R. bolle , nè più da segni di aumento di temperatura, sebbene resti lungo tempo sul fuoco, nè il termometro esposto all'azione del vapore acquoso altera in modo alcuno la sua situazione , ed il grado che aveva essendo immerso nell'acqua .

Questo limite pertanto esige la condizione che la pressione sia a 28 pollici del barometro ; giacchè ad una pressione minore si fa l'ebullizione con una assai più bassa tempera-

tura. Infatti noi osserviamo nel vuoto che l'acqua bolle a 44° R., ed ancora ad una minore temperatura in un vuoto maggiore. Per lo contrario, crescendo la pressione, l'ebullizione è più tarda, e vi abbisogna una maggiore quantità di calorico per ottenerla. L'esperienza dimostra, che nel digestore di Papino, dove l'aria sia sommamente compressa ancora con 160° R. non si ottiene l'ebullizione.

Questa conversione dei liquidi in fluidi elastici, come ancora la fusione e dilatazione dei corpi non è già un effetto di una forza eguale di una medesima causa; ma varia secondo la diversa natura delle sostanze che vengono attaccate dal calorico. Infatti comunicando a due sostanze eterogenee, e di differente natura un eguale quantità di calorico, esse non prenderanno certamente una temperatura eguale, come avviene mescolando due eguali quantità di acqua purissima, ma dotate di temperatura diversa; poichè la temperatura media, che nella miscela si osserva, fa chiaramente conoscere che il calorico si è equabilmente diviso per la massa. Per lo contrario se si mescolano due quantità eguali in peso di acqua e di olio di balena, facendo sì che l'acqua sia bollente o sia alla temperatura di 100° cent., e l'olio di balena di 50° cent., si osserva costantemente, che la miscela invece di prendere la temperatura media di 75° cent. prende quella di $83^{\circ} 34$ c., dal che rilevasi che l'acqua non ne ha perduto che $16^{\circ} 50$ c., e l'olio di balena ha acquistato $33^{\circ} 33$ c. Così se altri corpi si paragonano ad un egual peso di acqua con differen-

ti temperature, si troverà che queste differiranno tutte fra di loro, che gli uni ne richiederanno più ed altri meno, e che ciascuno esigerà una quantità di calorico sua propria per mettersi alla medesima temperatura dell'acqua. Su questo fenomeno è fondata la denominazione del *calorico specifico*, e su di esso vennero da Black, Vilcke, Laplace, e Lavoisier immaginati i calorimetri descritti in tutte le opere elementari di fisica.

Considerato il calorico nella sua origine, o nei corpi nei quali si trasfonde e si trattiene, passiamo ora ad osservarlo nei suoi effetti allora che sortendo dai medesimi si rende a noi sensibile. Tra tutti gli effetti che produce, quello che sopra d'ogni altro eminentemente distingue, per modo che quasi gli altri tutti comprende, è quello della combustione. Alla medesima, nella maniera con cui ora si considera, devesi l'intiera distruzione del sistema flogistico, e per essa il Lavoisier acquistò un nome immortale, ed allora quando nell'Accademia Francese fu letto: *Che in ogni caso di combustione l'ossigeno si combina col corpo che brucia*, una nuova luce si sparse sopra tutta la fisica, e quasi in un tratto si viddero sparire le teorie di Schéele, di Sthal, di Priestley, di Crawford, e di Kirwan. A queste succedettero quelle dettate dall'esperienza di Lavoisier, di Berthollet, di Fourcroy, di Morveau, e di Monge, e presero quel medesimo luogo nella scienza, che avranno sempre nella natura.

Ascoltiamo ora il linguaggio dell'esperienza nella combustione di un corpo, esami-

niamone i prodotti, analizziamo i residui, e troveremo costantemente, che la combustione non altro presenta che il cangiamento totale del corpo combustibile accompagnato da luce e calorico. Un tal cangiamento si forma per lo mezzo della sostanza chiamata ossigeno, e siccome questa sostanza medesima si può unire, e sovente si unisce ai corpi senza palesare luce e calorico; così per distinguerlo dalla combustione chiamasi *ossigenazione*. Perchè il fenomeno della combustione accade, bisogna che il corpo combustibile venga inalzato ad una data temperatura, nella quale incomincia a prendere l'affinità per l'ossigeno dell'aria atmosferica, e quindi con esso si combina. Nell'atto di questa combinazione il calorico, che attenuava l'ossigeno rimanendo in istato latente, abbandona questo che passa nel combustibile, e si rende libero egualmente che la luce; e così formasi quella fiamma, che comunemente dicesi fuoco. La combustione dunque non può aver luogo senza la decomposizione dell'aria atmosferica, in cui trovasi l'ossigeno combinato, e senza la sua nuova combinazione col corpo combustibile. Rigorosamente ragionando senza sviluppo di luce e calorico qualunque passaggio dell'ossigeno nei corpi non si potrà giammai distinguere col nome di combustione, e perciò non più si permette in fisica di dare alla respirazione il nome di combustione, come piacque al Lavoisier, indotto forse dalla bella similitudine, con cui poca differenza ammettevasi fra una candela accesa, ed un uomo vivente.

Sopra di questa teoria comunemente adottata ha creduto il Thompson fare alcune modificazioni, che a noi sembrano ingegnosissime, e molto acconcie per la spiegazione di alcuni fatti, i quali malagevolmente spiegar si potrebbero con la semplice teoria degli Accademici Francesi. Distingue egli i corpi in tre classi cioè corpi *sostegni della combustione*, combustibili, ed incombustibili. Per sostegni della combustione s'intendono quelle sostanze, le quali non essendo per loro natura combustibili, pure la loro presenza è assolutamente necessaria perchè la combustione abbia luogo. Di tal sorta sono il gas ossigeno, l'aria atmosferica, e gl'ossidi nitrico, e muriatico. Il gas ossigeno non è che l'ossigeno attenuato dal calorico senza luce, ed un corpo qualunque combustibile ha una base secondo la sua propria natura con la materia della luce in istato fisso. Allora che un corpo si accende, prima s'inalza di temperatura, e per questa predisposizione la base del combustibile si combina con l'ossigeno, e così mentre dal gas si sviluppa il calorico, dal combustibile ponesi in libertà la luce, dal che ne nasce il fenomeno del fuoco. In questo caso hanno luogo due decomposizioni, quella cioè del gas ossigeno, e quella del combustibile, e due composizioni, cioè quella della base del combustibile con l'ossigeno, che forma una sostanza incombustibile, e quella della luce col calorico la quale produce ciò che dicesi fuoco.

Vi sono pertanto alcuni fenomeni i quali con l'esposte teorie non possono ricevere che una imperfettissima spiegazione. Versando per esempio dell'acido nitrico sopra dell'olio di trementina, si ha una rapida combustione con isviluppo di luce e calorico; e la polvere da cannone si accende col contatto di una piccola scintilla. Ora l'acido nitrico non essendo che un ossido di azoto al massimo grado di saturazione, non è che una sostanza incombustibile, in cui l'ossigeno trovasi nello stato liquido. La polvere da cannone non è che un composto di nitrato di potassa, di carbone, e di zolfo; ed il nitrato di potassa non è che una composizione tripla cioè di azoto, di potassium, e di ossigeno in istato solido diviso fra l'azoto, ed il potassium. Ora secondo la teoria di Lavoisier nè un corpo incombustibile può produrre luce e calorico; nè queste due sostanze si possono sviluppare, che nella sola ipotesi che l'ossigeno trovisi nello stato di gas in combinazione con le medesime. In queste due esperienze manca la presenza del gas ossigeno, e non vi sono in sua vece che corpi incombustibili, quali sono l'acido nitrico, ed il nitrato di potassa, il quale è doppiamente incombustibile essendo composto di ossido di azoto e di ossido di potassium, e ciò non ostante si producono nella loro combinazione con i corpi combustibili delle rapidi combustioni con molta luce e calorico. Vi è certamente un passaggio, o precipitazione di ossigeno sopra i combustibili carbone, ed olio di trementina, e questo può

essere determinato dalle leggi di affinità; ma la luce ed il calorico che formano i caratteri della combustione non ci sono distintamente somministrati dalla teoria di Lavoisier.

Il valore di questa difficoltà fu conosciuto dal Sig. Brugnatelli. Propose egli una più acconcia teoria sulla combustione, dividendola in cinque distinte specie, e coll'azione del termossigeno, il quale non è che l'ossigeno combinato con molta luce e calorico latente, ed ammettendo con Thompson nei corpi combustibili molta luce in istato fisso, poté facilmente spiegare la combustione idrogena dell'olio di trementina e la combustione vampeggiante ossigena dello zolfo e del carbone. Se i limiti che ci siamo proposti in questo saggio non si opponessero alla maggiore latitudine, che merita il fenomeno della combustione, questo sarebbe il luogo in cui l'ingegnosa teoria del Brugnatelli meriterebbe un intero sviluppo. Potendo la medesima essere facilmente consultata nei suoi annali di Chimica, noi ci restringiamo a quella giusta lode che merita, considerandola come quella più di ogni altra formata presso i caratteri più distinti della natura.

Non è peraltro la sola combustione che rende a noi sensibile il calorico combinato nei corpi, poichè vi sono delle cause meccaniche che producono il medesimo effetto. Tali sono la percussione e l'attrito. Percuotendo con un martello il ferro, questo si riscalda, per la percussione dell'acciaio contro la pietra silicea si hanno delle scintille, e per

l'attrito di due legni i selvaggi americani accendevano il fuoco. Questi non sono che vulgari fenomeni; ma vediamo come debbansi dal Fisico considerare. In generale si può stabilire che gli effetti tanto della percussione che dell'attrito si debbano ad una sola causa, cioè alla condensazione. L'esperienza dimostra che il ferro, od il platino con la percussione acquistano una gravità specifica maggiore, e qualora questa medesima esperienza si faccia in vaso chiuso, in cui vi sia preparato un termometro, si osserverà, che il medesimo s'innalza dopo che i metalli sono dalla percussione condensati. Biot, e prima di lui Mollet, per mezzo della violenta condensazione dell'aria atmosferica, producendo l'accensione della tela e dell'esca, hanno dato occasione all'invenzione dell'acciarino a compressione d'aria; così ancora condensando il gas ammoniacale col gas acido muriatico, si ha un sale con grande sviluppo di calorico, e lo stesso avviene nella condensazione dell'acido sulfurico con la calce pura. Dalton ha già fatto chiaramente conoscere che i corpi condensandosi, le di loro molecole si approssimano, ed il calorico trovandosi ristretto in un minore volume, per la sua elasticità si fa strada a traverso la di loro sostanza, e si pone nello stato di libertà, e così si rende sensibile. Volendosi di ciò una vera fisica prova basta che si riduca una data quantità di aria alla metà del suo volume osservando il grado termometrico prima e dopo l'esperienza, quindi col mezzo della macchina pneumatica si ri-

duce la stessa quantità di aria al doppio del suo volume, ed egualmente notando la variazione termometrica, si osserverà costantemente, che il termometro di tanto s'inalza nel primo esperimento di quanto si abbassa nel secondo. Dalton condensando rapidamente l'aria, e riducendola alla metà del suo volume, osservò nel termometro l'innalzamento di temperatura essere $27^{\circ},77$. cent. e rarefacendola in modo da fargli acquistare un volume doppio, notò un abbassamento precisamente eguale a $27^{\circ},77$. cent.

Riguardando poi particolarmente l'attrito, questo si potrebbe considerare come una somma di parziali ripetute condensazioni fatte fra la superficie dei corpi, in cui si formano dei successivi piccoli sviluppi di calorico dagli strati di molecole che sono in contatto. Quando due superficie si sottopongono all'attrito esse si premono, e le molecole dei corpi si approssimano; dal che ne deve nascere lo sviluppo di calorico, il quale viene rimpiazzato dalle superficie degli strati inferiori, o almeno da quelli che sono più prossimi al contatto. Continuando l'attrito per qualche tempo, nuova quantità di calorico si accumula attorno ai corpi sottoposti all'azione meccanica, i quali innalzandosi così di temperatura, acquistano l'affinità necessaria per l'ossigeno, e quindi ne nasce lo sviluppo di calorico, e la combustione.

Quantunque questo ragionamento possa sembrare soddisfacente per la spiegazione del fenomeno, considerando l'attrito dei corpi solidi, non pare ch'esso si possa agevolmente

applicare a quello dei corpi molli. D'altronde Rumford (1) ha fatto conoscere che nell'attrito non vi è diminuzione di calorico specifico nei corpi sottoposti allo sfregamento, e Pictet (2) ha dimostrato che lo sviluppo del calorico prodotto dall'attrito non dipende dalla combinazione dell'ossigeno dei corpi all'azione sottoposti nè da quello dell'aria atmosferica in cui muovonsi. Quale dunque ne sarà la cagione? Rumford per tagliare con un solo colpo il nodo a qualunque difficoltà, ha opinato che la sostanza del calorico come un corpo di suo genere non esiste, e che tutti i suoi fenomeni si debbano ad una specie particolare di moto. Ma da quello che abbiamo fino ad ora esposto un tal cumulo di prove risulta per dimostrare la reale esistenza della materia del calore, di modo che, qualora ci mancasse ancora la maniera di spiegare il suo sviluppo dall'attrito, non per questo si potrebbe ragionevolmente negarne l'esistenza. Prima di azzardare una sì ardita opinione sarebbe stato necessario, che il Signor Rumford avesse dimostrato, che lo sviluppo del calorico per lo mezzo dell'attrito sia in qualunque modo incompatibile con la sua reale esistenza.

Non volendo pertanto lasciare questa difficoltà indecisa ci atterremo al temperamento preso da Thompson (3), come che quello che presenta una maggiore probabilità. Ricorre

(1) Journal. de Nicholson v. 2. p. 106.

(2) Sur le feu chap. 9.

(3) Système de chimie. v. 2. p. 207.

egli all'elettricità, che l'attrito accompagna, e dopo di avere ricordato l'analogia, che passa fra l'elettricità ed il calorico, la tendenza che hanno questi due fluidi a diffondersi equabilmente nei corpi, la proprietà che hanno di dilatarli ed infiammarli, e dopo di aver indicato la già nota esperienza di Achard, il quale con una ben sostenuta corrente di fluido elettrico potè ottenere sulle uova il medesimo effetto della produzione dei pulcini, che si ottiene con la temperatura di 39.° 44. cent., conchiude = *Io non credo che sia possibile di conchiudere altra cosa da questi fatti; se non che l'elettricità contribuisca assai sovente al riscaldamento dei corpi, e che la sua azione è qualche cosa nell'accumulazione del calorico prodotto per l'attrito. Supponendo che l'elettricità sia realmente una sostanza, ed accordando che la medesima differisca dal calorico, non è egli probabile che ne contenga come gli altri corpi? E perchè non potrà ella essere la sorgente del calorico che si manifesta nel tempo dell'attrito?*

Evvi ancora senza il presidio di alcuna forza meccanica, ma soltanto col semplice contatto dell'aria atmosferica, una vera combustione, come avviene nel Piroforo di Homberg, e nel fosforo; ma questi fenomeni facilmente si sottopongono alle leggi della molecolare attrazione, e tanto lungi sono dal presentare difficoltà alcuna, che anzi mirabilmente servono a confermare le già esposte teorie. Bisogna però eccettuare il fenomeno della fermentazione, sulla quale vi sono ancora delle den-

se tenebre, che meritano tutta l'attenzione dei fisici per essere diradate. È vero, che la medesima si spiega per un moto intestino delle parti del corpo fermentante; ma questo moto non è che l'effetto, e se la causa si volesse attribuire all'attrazione molecolare, resterebbe sempre a sapersi perchè questo moto di fermentazione con cui le sostanze si decompongono non avvenga nei vegetabili e negli animali viventi. Di più perchè la materia morta prende una forza disorganizzante, e distruttrice contraria alla forza di assimilazione ed organica, che ha la materia vivente? Mentre i più celebri chimici non osano spiegare questo arcano, noi attenendoci soltanto a quello che sensibilmente palesasi, saremo contenti di considerare la fermentazione come uno di quei mezzi, che la natura, e l'arte adoperano per la decomposizione, e riproduzione delle sostanze vegetabili ed animali, nel quale sempre vi è accompagnato lo sviluppo del calorico.

Finalmente per giungere a quella completa notizia, che ci siamo proposti di dare sopra i principali fenomeni della materia del calore, altro non resta che indicare i rapporti, che la medesima ha con la macchina animale vivente. Prima che Fordryce, Blagden, e Banks in Inghilterra, ed il Moscati in Milano avessero fatte le belle, e decisive esperienze sopra i gradi di calore, che l'uomo può soffrire senza pericolo di vita, credevasi, che egli non potesse vivere alla temperatura di 22.° R. al di sopra del calore del sangue. Que-

sta opinione nacque dalle sperienze di Boerhave, il quale osservò, che molti quadrupedi, ed uccelli costantemente morivano alla temperatura di $52.^{\circ}$ di R., ma ora non vi è più alcun dubbio sulla forza, che ha la macchina animale vivente, di resistere ad un calore assai più grande, senz'altro incomodo che quello di una respirazione un poco angosciata accompagnata da frequenza di polso. Il Fordryce poco a poco passò dai $90.^{\circ}$ F. sino ai $210.^{\circ}$ F., cioè due gradi al disotto della temperatura dell'acqua bollente, restando senza pericolo di vita per alcuni minuti esposto ad una sì alta temperatura; ed il Moscati sperimentò il medesimo alla temperatura di $47.^{\circ}$ R.

Osservasi in questa specie di sperimenti una serie costante di fenomeni, dai quali la teoria del calorico animale, e la traspirazione vengono grandemente illustrate. Essendo altissima la temperatura di una camera, e quasi vicina a quella dell'acqua bollente, la temperatura dell'animale vivente conservasi nel suo stato ordinario; ed a misura, che più persone entrano nella camera dell'esperienza, più la temperatura della medesima si abbassa. Vestirebbe certamente questo fenomeno la forma di paradosso, se non fosse dimostrata la combinazione, e lo stato latente del calorico nella evaporazione dei fluidi. Infatti il calorico, che somministra l'alta temperatura, della sala sperimentale, aumentando la traspirazione insensibile, porta molt'acqua alla superficie del corpo. Questa essendo attenua-

ta nel tempo stesso, e dal calorico animale e dall'aria ambiente, si converte in gas acquoso, in cui non più il calorico è sensibile; perlochè mentre da una parte l'animale vivente riceve dall'aria ambiente di continuo una quantità di calorico addizionale, egli se ne spoglia dall'altra, con la traspirazione; e così l'aria ambiente perde continuamente quel calorico, che produce l'alta sua temperatura, ed il calorico animale rimane nel suo primiero stato. E siccome gl'effetti debbono essere proporzionali alle loro cause, così crescendo in una camera il numero delle persone, si aumenta la massa della traspirazione, e quindi ancora la quantità del calorico, che nella medesima impiegasi, deve essere più grande, il quale non potendosi avere senza la sottrazione di quello dell'aria ambiente, deve questa necessariamente abbassarsi di temperatura. Nulla è più agevole in fisica, che la spiegazione di questo fenomeno, ed ancora prima che gl'inglesi osservatori tentassero l'esame della forza del calore sulla macchina animale già il celebre Franklin scrivendo a Lining, aveva avvertito, che il sudore determinava un grado di freddo nel corpo vivente. Siccome poi possono non essere inutili alla istruzione le particolari osservazioni, che i dotti e coraggiosi fisici fecero nelle stufe secche, ed umide; così noi crediamo di qui raccogliere, tantopiù che le medesime hanno dei rapporti immediati con quanto fu da noi esposto sulla traspirazione.

1.^o La coagulazione (1) delle materie animali coll'azione del calorico non ha luogo nell'uomo vivo, essendosi osservato, che le uova s'induriscono mentre la machina animale vivente si conserva sotto la medesima azione senza grave incomodo.

2.^o Mettendo un termometro sotto la lingua, o sotto l'ascella di un uomo esposto a differenti gradi di calore, superiori al suo ordinario, si osserva, che questo non soffre alcun sensibile aumento.

3.^o Il calorico dell'aria di una stufa, non si comunica all'intera massa del corpo vivente, in proporzione della rispettiva capacità, ma si distrugge nella sua superficie, lo che non devesi solamente all'evaporazione dei liquidi, e del sudore; ma ad una particolare proprietà della forza organica vitale, la quale molto contribuisce alla conservazione del suo calorico naturale in mezzo ad una atmosfera più calda della temperatura ordinaria della machina animale.

4.^o Questa proprietà del corpo animale vivente di distruggere il calorico dell'aria senza riscaldarsi ha il suo effetto ancora ad una certa distanza dalla superficie del corpo, abbassandosi il termometro di una sala alla sola presenza di una o più persone.

5.^o Questa medesima proprietà esiste nel polmone egualmente, che nella superficie della pelle; giacchè fu osservato, che la inspirazione dell'aria della stufa penetrando nel

(1) Enciclop. Met. Art. Air.

petto, sebbene producesse passando per le narici una sensazione molesta, pur essendo immediatamente espirata, faceva abbassare il termometro, ed era fresca relativamente all'aria della stufa.

6.º Gli effetti del calore eccessivo sul corpo dell'animale vivente sono lentamente distrutti, da un freddo esterno, ed improvviso nell'interno della macchina animale. Poichè Fordryce passando da una caldissima stufa all'aria fredda in tempo d'inverno, osservò che senza soffrire incomodo alcuno vi vollero due ore prima che la pelle ed il polso prendessero il loro stato naturale. Dal che deducesi, che l'alternativa dal caldo al freddo improvviso, è meno pericolosa di quella fatta per gradi più moderati.

7.º Affinchè un corpo vivente sopporti la temperatura maggiore della sua naturale bisogna 1.º che il grado del calorico dell'aria non sia tale, che sorpassi la forza distruttrice, che ha il corpo vivente 2.º che il rinnovamento del contatto dell'aria ambiente della stufa sulla pelle si faccia con tal lentezza, onde la forza distruttrice abbia il tempo necessario per produrre il suo effetto; giacchè qualunque moto dell'aria attorno alla cute, fu osservato che produceva un dolore insopportabile.

8.º Gli abiti, o qualunque involuppo singolarmente di lana, facilitano la conservazione del calorico naturale, tanto al disopra della temperatura ordinaria, che al disotto di essa.

È stato più volte fatta la quistione se l'uomo potesse per più lungo tempo soffrire l'eccesso dell'alta temperatura, ovvero il massimo difetto della medesima. Sembra peraltro, che sia facile la di lei soluzione, se si paragonino i due estremi di freddo, e di caldo a partirsi dal grado medio, qual'è quello di $10.^{\circ}$ R., e se si considerino gli effetti, che ne risultano nell'economia animale. Egli è certo, che Blagden visse alla temperatura $101.^{\circ} \frac{3}{4}$ R. cioè $91.^{\circ} \frac{3}{4}$ R. sopra il grado medio. D'altronde dalle osservazioni di Pallas fatte in Siberia nella rigida stagione d'inverno, e da Hutchius nella Baja d'Hudson (1) sappiamo, che il mercurio esposto all'aria si gelò a $32.^{\circ}$ R. sotto lo zero, o sia $42.^{\circ}$ R. al disotto del grado medio; e poichè è assolutamente certo, che l'uomo non può vivere alla temperatura della congelazione del Mercurio, ne discende, che la macchina umana è più disposta a sopportare il massimo del caldo, che l'estremo freddo.

Ci siamo è vero un poco estesi ma nulla più dello stretto confine richiesto dalla pubblica istruzione, trattando del calorico. Una sostanza, che trovasi sparsa in tutta la natura, che dal momento della creazione viene a copiosi torrenti versata dalla massa solare, che penetra fino all'ultime divisioni degli elementi delle materie, e che in natura tiene il primo rango fra i suoi più efficaci agenti, non poteva da noi essere considerata sotto un troppo superficiale aspetto. L'idea che ne abbia-

(1) Annal. de Chim V. 3. p. 159.

mo dato, e l'esperienze da noi proposte sono non pertanto ben lontane dal formare una completa teoria del calorico. Questa manca tuttora, e forse non si giungerà mai ad averla. Vi sono delle lacune, che non si potranno mai riempire per mancanza di mezzi, ed è là dove forse la natura nasconde i suoi maggiori segreti. Ed infatti come potremo determinare la capacità pel calorico di tutti i corpi, considerati nei diversi stati, di solido, di liquido, e di fluido aeriforme? Con qual mezzo potremo assicurarci, che lo zero reale di calorico sia a 600.^o R. sotto lo zero termometrico ipoteticamente stabilito da Lavoisier? Sarà possibile la costruzione di un termometro, il quale, abbracciando con la sua latitudine i due punti più estremi della scala, dia nel tempo stesso una costante proporzionale misura di tutti i gradi di temperatura? Con quali metodi si potranno fissare le reali quantità di calorico assorbito, o sviluppato nel tempo, che i corpi cangian di stato? Come conoscere le quantità del calorico combinato, e quelle del calorico interposto? Queste, ed altre simili nozioni a noi mancano totalmente, oppure non se ne conoscono che i primi elementi. Laonde sino a tantochè le nostre cognizioni restano così limitate, sia dalla natura stessa del calorico, che sovente fugge da' nostri sensi, sia per l'imperfezione dei mezzi per cimentarlo in tutte le sue funzioni, noi non potremo averne, che una notizia incompleta ed imperfetta.

Ogni qual volta un corpo per l'azione del calorico, è talmente fuso, ed attenuato, che le sue molecole si diradano a segno da renderlo invisibile, e trasparente come l'aria atmosferica, si forma quello, che per comune consenso oggi dai fisici dicesi gas. E poichè non tutte le sostanze hanno un eguale affinità, e capacità per rapporto a questo generale dissolvente, nè sono della medesima natura; quindi è che i gas possono in generale dividersi in *permanenti*, e sono quelli, che a qualunque cangiamento di temperatura, e sotto qualunque pressione, non lasciano la loro fluida costituzione; e *non permanenti*, e quelli sono i quali, perdendo una data quantità di calorico sotto una più bassa temperatura, ed una pressione maggiore, passano allo stato liquido. Perlocchè il calorico considerarsi si deve come la causa produttrice di tutti i fluidi aeriformi, e senza di esso l'aria atmosferica, e tutti i fluidi in essa contenuti, passerebbero allo stato liquido, e da questo allo stato solido, e concreto.

Il Keir (1), scrivendo a Berthollet, opinò, che tutti i gas non erano, che acqua tenuta in dissoluzione dalla materia del calore. Forse venne egli illuso dalla formazione del gas acquoso, e più probabilmente ancora dall'osservare, che i gas depositano tutti dell'acque nei vasi in cui sono contenuti. Se l'esperien-

(1) *Annal. de Chim.* V. 3. p. 103.

ze di Clement, e Desormes (1) sul carbone fossero state dal Keir conosciute, avrebbe potuto sapere, che la quantità di acqua, che depositano i differenti gas è piccolissima, e che fra volumi eguali di aria atmosferica, di gas ossigeno, idrogeno, azoto, ed acido carbonico appena, è osservabile la differenza di un gramma, e che la mancanza dei mezzi soltanto, è quella che ci vieta di rendere i gas perfettamente secchi, lo che certamente non può influire a vantaggio di quella opinione, che li vuole di una medesima natura dell'acqua. Evvi ancora da osservare, che Berthollet (2) ha ritrovato in alcune sostanze gaseose una quantità d'acqua combinata in guisa da non dare alcun fenomeno igrometrico. Per questa ragione Priestley, Wan-Marum, Monge, ed Henry, sottoponendo il gas acido carbonico all'azione della scintilla elettrica, ottennero un sensibile volume di gas idrogeno.

Fra le generali proprietà dei gas quella di dilatarsi è stata recentemente esaminata dai fisici. L'esperienza di Amontons (3) dimostrava con qualche precisione la dilatabilità del gas atmosferico col mezzo del calorico; ma questa dilatazione medesima si rende assai maggiore con la macchina Pneumatica. Infatti noi osserviamo che togliendo dalla capacità di un recipiente una gran quantità di aria, quella che rimane riempie la medesima capacità attenuandosi col dispendio del calo-

(1) *Annal. de Chim.* V. 42 p. 126.

(2) *Annal. de Chim.* V. 42 p. 126.

(3) *Mem. de l'Accad.* ann. 1699. 1702.

rico dei corpi vicini. I limiti della dilatazione dell'aria atmosferica sono sino ad ora ignoti, e soltanto con certezza può stabilirsi che con una buona macchina Pneumatica si può rarefar l'aria fino a 3000. volte il suo primiero volume ma sopra di questo argomento con maggior precisione si parlerà trattando particolarmente dell'aria atmosferica.

Prima che Gay-Lussac portasse le sue osservazioni sopra la dilatabilità di tutti i fluidi aeriformi, credevasi con Priestley e Charles, che varia fosse secondo la loro varia natura la dilatazione dei gas. Ora però da questo dotto chimico sembra dimostrato (3) che tutti i gas, qualunque sia la loro densità, e la quantità di acqua da essi contenuta, e tutti i vapori si dilatino egualmente per l'azione di eguali gradi di calorico, e che per i gas permanenti l'aumento di volume, che ciascuno di loro riceve dopo quello della fusione del diaccio sino a quello dell'acqua bollente è eguale a $\frac{80}{21333}$ del volume primiero, riguardo alla misura termometrica di Reaumur, ed a $\frac{100}{26666}$ del centigrado.

Per quanto i gas egualmente pel calorico si dilatino, hanno essi una grande differenza nel loro peso specifico esaminati sotto la medesima pressione, ed alla stessa temperatura; la qual differenza è assai maggiore di quella ch' esiste fra i liquidi. Questa differenza in densità, e l'eguaglianza in elasticità dei

(1) Ann. de chim. V. 43. p. 174.

gas, ha risvegliato la curiosità di molti chimici per rintracciarne la cagione, e poichè non vi è alcuna esperienza che provi una forza repulsiva fra le molecole della materia, si è convenuto da alcuni attualmente di attribuire la differenza della gravità specifica dei gas alla diversa densità degli atomi, di cui sono essi composti, e più rettamente si potrebbe confessare esserci tuttora ignota questa causa, poichè costantemente avviene che, volendo i Fisici inoltrarsi in quella classe di funzioni della natura, dove non si fanno che delle molecolari attrazioni, non trovano che tenebre, ed ipotesi. Non pertanto devesi non poca lode all'ingegnosa ipotesi di Dalton esposta dal Thompson (1), per la quale la teoria delle chimiche affinità riceve uno sviluppo maggiore, e singolarmente in quella parte dove presenta più grandi difficoltà.

Come noi non sappiamo quali sieno i limiti dell'affinità del calorico con i gas, così non possiamo in alcun modo privarli di questo potentissimo dissolvente dal momento che la loro base viene dal medesimo fusa, e posta in istato aeriforme. L'ossigeno si potrà bensì rendere concreto per lo mezzo dell'ossidazione metallica e della combustione; ma il gas ossigeno esposto alla più bassa temperatura non lascerà mai di conservare la sua natura di fluido elastico. Fourcroy, e Vauquelin (2), avendo esposto molti gas, come il gas acido solforoso, il gas acido muriatico,

(1) *Système de Chim.* V. 5 p. 292.

(2) *Ann. de Chim.* V. 29 p. 281.

ed il gas idrogeno solforato al freddo artificiale di $40.^{\circ}$ R. sotto lo zero, dovettero confessare, che tutti i loro tentativi erano stati infruttuosi.

La facoltà che ha l'aria di sciogliere l'acqua era già nota dopo l'esperienza di Sausurre, dal quale trovasi determinato, che alla medesima temperatura di $15.^{\circ}$ R. un piede cubico di aria secchissima è saturata di una quantità di vapore acquoso del peso di 10. grani; lo che viene confermato da Dalton (1) e dai calcoli di Laplace (2) e di Biot (3). Ma dovesi forse alle sostanze componenti l'aria una tanto singolare proprietà? E se l'aria in vigore delle sostanze dalle quali è composta scioglie l'acqua, queste sostanze medesime avranno la stessa proprietà isolatamente prese? fu creduto per un tempo doversi attribuire la causa di questo fenomeno alla chimica affinità dei gas con l'acqua; ma l'esperienze fatte sul carbone da Clement, e Desormes (4) ci avvertono sicuramente, che la natura dei gas non influisce punto sulla evaporazione dei liquidi; cioè che molti liquidi come l'Etere, e l'Alcool egualmente che l'acqua si evaporano similmente in volumi eguali di gas ossigeno, di gas idrogeno, azoto, acido carbonico, ed aria atmosferica, essendo d'altronde simili le circostanze, e di temperatura, e di pressione.

(1) *Biblioth. Brit.* V. 10 p. 533.

(2) *Henry Trait. Elem. Phys.* V. 1. p. 265.

(3) *Bulletin de la Soc. Philos. Ventos.* Ann. 11. p. 189.

(4) *Annal. de Chin.* V. 42. p. 121.

Finalmente per noverare alcune proprietà generali dei gas possiamo essere certi per l'esperienza di Morgan, che i gas resistono più al passaggio dell'Elettricità dell'aria atmosferica (1); che i medesimi grandemente influiscono sulla germinazione, e vegetazione delle piante, come osservò il Chimico d'Ingelfingen Turchert, e come leggesi negli annali di Crell (2); e che finalmente secondo le chimiche osservazioni di Watt hanno, o possono avere un'uso efficace, ed utilissimo nell'arte salutare. (3)

Del gas ossigeno.

Ci serviamo del nome di gas ossigeno per indicare quel fluido aeriforme permanente, il quale tanto eminentemente serve alla combustione, alla respirazione, ed alla così detta calcinazione dei metalli, sebbene dopo le ottime teorie del Brugnatelli (4) al medesimo convenga assai meglio il nome di termossigeno, come che generatore di calorico, e di ossigeno nelle sue chimiche decomposizioni. E poichè il Sig. Davy ha dimostrato che la sostanza chiamata ossigeno genera gli alcali nel passaggio che fanno per suo mezzo il *Sodium*, il *Potassium*, l'*Ammonium* ed il *Baritum* in soda, potassa, ammoniaca, e barite, non vi sarebbe una sufficiente ragione

(1) *Annal. de Chim.* V. 34. p. 46.

(2) *Ann.* 1788.

(3) *Beddoes sur l'usage des airs dans la médecine.* Londra 1795.

(4) *Elem. di Chim.* V. 1. p. 290.

per cui dar non gli si potrebbe ancora il nome di *alcaligeno*. Mentre dunque attendiamo, che nella necessaria riforma, che far si deve della chimica nomenclatura, si determini dai dotti il nome più acconcio, che sopra d'ogni altro devesi al carattere di questa sostanza, noi la chiameremo col nome più comune di gas ossigeno, senz' applicare a questo vocabolo quella idea, che generalmente intendono i Chimici francesi.

Dalle proprietà del gas ossigeno rilevasi che la sua natura consiste in una base composta di ossigeno, di calorico concreto, e di luce, qualora non si voglia con Thompson ammettere la luce ancora nei corpi combustibili. Questo composto ternario fino a tanto che non è fuso dal calorico, non prende lo stato di gas; ma tosto che il calorico lo investe, prende tutte le proprietà generali dei fluidi aeriformi. In natura non trovasi quasi mai puro, e libero dalla mescolanza d'un altro gas (*a*), ma col mezzo dell' arte si può ottenere purissimo. Tutti gli ossidi metallici ne producono una grande quantità, e specialmente l'ossido rosso di mercurio. Generalmente per l'uso delle sperienze si estraе dall'ossido nero di manganese, il quale secondo l'esperienza di Hermbstadt dà per ogni 16 once di ossido 1528 pollici cubici di gas ossigeno, e com-

(a) Nel giornale di Nicholson 1797 Cap. VI leggesi, che il Dottore Brodbelt nella Giamaica trovò del gas ossigeno nella vescica nuotatoja del pesce spadone. Dai diversi lobi della vescica n' estrasse una mezza bottiglia, e con essa sperimentò le proprietà note del gas ossigeno, fra le quali la combustione della candela, quella d'un legno fumante, ed ancora la fusione dell' acciaio.

binato con peso eguale di acido sulfurico ne da 1856 pollici cubici. Il nitrato di potassa ne somministra ancora una grandissima copia; poichè una sola oncia di questo sale ne sviluppa 800. pollici cubici. Sebbene il Sig. Brugnatelli faccia giustamente rilevare, che il nitrato di potassa contenga una grande quantità di termossigeno in istato concreto, pure nella decomposizione di questo sale, nè da lui nè da alcun altro, che si sappia, dimostrasi quale impiego si faccia dell' azoto, che è la base dell'acido nitrico, non essendo ancor dimostrata la sua combinazione con la potassa. Generalmente fra tutti i processi conosciuti quello è da preferirsi, in cui s'impiega il muriato ossigenato di potassa ben cristallizzato; poichè dal medesimo se ne ricava la più pura e squisita qualità. Il Black in una lettera scritta a Lavoisier ne descrive il processo, ed assicura d'aver ottenuto per ogni 100. grani di muriato ossigenato di potassa 75 pollici cubici di gas ossigeno. (1)

Non trovasi alcuna differenza tra le qualità fisiche di questo gas, e quelle dell'aria atmosferica, essendo al par di lei senza alcuno odore, o sapore, come egualmente diafano, e capace d'una indefinita dilatazione, e compressione. Soltanto una decisa differenza esiste nella sua gravità specifica la quale è maggiore di quella dell'aria atmosferica; ma non ancora convengono i fisici su i precisi gradi di questa differenza. I chimici francesi, posta

(1) *Annal de Avig* V. 8. p. 268.

quella d'un egual volume di aria, determinano la gravità specifica del gas ossigeno essere 1, 103., ma Davy (1) l'ha trovata essere 1, 177.

Le chimiche qualità di questo gas sono quelle che sopra ogni altro lo distinguono, e lo rendono uno de' più maravigliosi agenti della natura. Primieramente egli non è miscibile coll'acqua se non in piccolissime quantità; ed è questa la ragione per cui noi ci serviamo dell'apparato idro-pneumatico per tenerlo. Quantunque sensibile non sia l'assorbimento di questo gas nell'acqua, pure secondo l'esperienze di Henry (2), se si fa bollire l'acqua per privarla di tutta l'aria atmosferica, e quindi si espone al gas ossigeno, si troverà che di 1000 centimetri cubici di questo gas ne resteranno assorbiti 35., 5. Servendosi di questo metodo Odiers ha introdotto in medicina l'uso dell'acque ossigenate, il qual metodo è poi stato cangiato da Paul in un altro, che consiste di combinare in vasi chiusi il gas ossigeno con l'acqua per lo mezzo della pressione. Qualora questa preparazione sia bene eseguita, si può combinare con una mezza bottiglia di gas ossigeno altrettanto volume d'acqua. Sarebbe oltrepassare il limite, che vien prescritto ad un saggio di fisiche sperienze, se tutte si volessero noverare le combinazioni dell'ossigeno con le varie sostanze, allora che si espongono all'azione di questo gas. Egli è che si manifesta come il più po-

(1) Recherches p. 8

(2) Trans. Philos. an. 1803 p. 174.

tente agente in tutte le ossidazioni dei metalli, in quasi tutte le formazioni degli acidi, e dei sali, che forma una parte integrante dell'acqua e dell'aria atmosferica, che concorre efficacemente alla conservazione della vita animale, e che forma uno dei materiali delle sostanze animali, e vegetabili. Fra tutte queste funzioni dell'ossigeno, scegliendo quelle, che hanno un immediato rapporto col suo stato aeriforme, osserviamo la bella proprietà che ha di eccitare la fiamma, e di palesar la luce nei corpi già inalzati di temperatura per acquistare la necessaria affinità per l'ossigeno dal calorico attenuato.

Già parlando della combustione vedemmo che ella nasce dalla precipitazione dell'ossigeno nel corpo combustibile. Questo fatto veramente classico della fisica moderna si può dimostrare per sintesi, e per analisi. Privando l'aria atmosferica del suo ossigeno, non più si ottiene combustione alcuna, e ridonando alla medesima il suo ossigeno, subito si ravviva la fiamma. Quello che dimostra l'aria atmosferica, si verifica con qualunque altro gas, che alla medesima si voglia sostituire, avendo riguardo alla natura del gas, e proporzionando alla medesima la quantità di gas ossigeno da mescolarsi. Qualora poi si accresce la quantità di gas ossigeno, la combustione si fa più brillante, e adoperando solo questo gas, la combustione diviene vivacissima, e giunge a fondere i metalli, ed a convertire in istato aeriforme il diamante, ed il rubino. Queste sperienze furono eseguite da La-

voisier, da Morveau, e da Ingen-housz, e si applicano con somma istruttiva varietà alla combustione del carbone, del ferro, dello zolfo, della canfora, e del fosforo.

Per prenderè come dicesi la natura sul fatto, si osserverà, che facendo la combustione del fosforo, se nel vaso in cui si accende il medesimo si lascia una piccola quantità d'acqua, siccome il gas fosforico, e molto miscibile con la medesima, qualora dopo la combustione si agiti l'acqua, e quindi si ponga alla prova colla tintura di tornesale, si vedrà che la tinge in rosso. Ciò prova che il gas ossigeno nella combustione ha formato del gas acido fosforico. Quell'ossigeno, che in questo caso attaccando il fosforo l'ha convertito in acido fosforico aeriforme, quello stesso è quello che attacca il fosforo conservato nell'acqua, la quale, come ora già è determinato, è una composizione d'idrogeno, ed ossigeno. Infatti quest'acqua esposta alla stessa prova della tintura vegetabile dà il segno palese di acidità. Quest'è quella proprietà che ha fatto nascere il nome di ossigeno; poichè si è creduto fino ad ora, che questa sostanza fosse quella che generasse tutti gli acidi.

I fenomeni delle brillanti, e rapide combustioni per mezzo del gas ossigeno da noi esposte furono quelle che guidarono Berthollet, e prima di tutti Higgins alla scoperta del muriato ossigenato di potassa. Questo sale veramente straordinario fa conoscere tutta la forza, che ha il gas ossigeno nel fenomeno della combustione, e giunge ad essere fino di pe-

ricoloso maneggio, qualora non venga adoprato in piccolissime dosi. Fra tutte le proprietà sue esaminate da Lavoisier, Dolfuz, (1) Van Mons, Fourcroy, Chenevix, Vauquelin, (2) ed Hoyle, (3) noi sceglieremo quelle che più direttamente al nostro scopo appartengono, e che si palesano al contatto dell'acido sulfurico, e dei corpi combustibili. Se infatti si gettano sull'acido sulfurico concentrato alcuni pochi grani di questo sale, si ha subito una forte detonazione, ed il sale si slancia fuori del vaso, e se di tre parti di muriato ossigenato di potassa si mescolano con una parte di zolfo in piccole dosi, e si espongano alla triturazione in un mortajo, si avranno ugualmente dei ripetuti colpi quasi per ogni atomo di sale. Dalla proprietà che ha questo sale di produrre i fenomeni della fiamma, e la detonazione, hanno i fisici dedotta la formazione comodissima dei solfanelli di muriato ossigenato di potassa, ed ancora quella della polvere da cannone, sostituendo al muriato di potassa questo muriato ossigenato. Fu il Berthollet quello che ne propose il progetto; ma il primo saggio fatto in Essone nel 1788, essendo stato fatale, perchè accompagnato dalla morte di Letors direttore dei registri delle polveri, e della Chevrard sorella del Commisario direttore della polveriera, fece abbandonare l'uso d'una polvere tanto al maneggio pericolosa.

(1) Ann. de Chim. V. I. p. 225.

(2) Ann. de Chim. V. 2. p. 215.

(3) Mem. de Manche. V. p. 221.

Non solamente i metalli più combustibili come il ferro, l'antimonio, lo zinco, l'arsenico, ed i solfuri metallici; ma alcune materie vegetabili, quali sono gli oli, lo zucchero, l'amido, l'alcool, l'etere, e la segatura di legno, detonano sotto il colpo di martello mescolate che siano con due parti di muriato ossigenato di potassa. Stando alla teoria della detonazione, che dopo Berthollet si ammette dalla maggiore parte dei fisici, la spiegazione di questi fenomeni, non incontra difficoltà alcuna. Poichè qualunque detonazione prodotta dall'elevazione di temperatura, o dall'attrito, suppone la presenza di un corpo combustibile, e l'ossigeno in istato di concentrazione; quindi è che se debole è l'aderenza dell'ossigeno alla base che lo tiene condensato, se il combustibile ha una forte tendenza a combinarsi coll'ossigeno, se nella combinazione dell'ossigeno colle sostanze combustibili si sviluppa una grande quantità di calorico, e se la combinazione possiede una grandissima volatilità, ed una forte attenuazione, non vi è dubbio che la detonazione debba aver luogo. Ma le recenti osservazioni di Davy fatte sull'acido muriatico ossigenato, e quelle del Brugnatelli, con le quali si dimostra l'efficace azione del terinossigeno nella formazione di questo sale, richiedono un'assoluta riforma alla suddetta teoria, che noi non possiamo considerare se non in molte parti imperfetta, ed in altre non acconcia alla spiegazione dei fenomeni.

Essendosi antecedentemente notato, che privando l'aria atmosferica del gas ossigeno non

si ottiene più combustione alcuna dal residuo, e vedendosi ancora che il medesimo non è più acconcio a mantenere la vita animale, ne nasce spontanea l'idea di misurare la quantità di questo gas contenuta in un dato volume di aria. A tal uopo, se si fa la combustione in vasi graduati, o se si presenta ad un noto volume di aria una sostanza, che abbia, affinità coll'ossigeno, e non già coll'azoto, altra parte costituente il fluido atmosferico, servendosi dell'apparato idropneumatico, si vedrà che l'acqua s'inalza dopo fatte le combinazioni dell'ossigeno col corpo combustibile. Oltre all'imperfettissimo mezzo di un lume acceso si servono i fisici per tale effetto dell'accensione del gas idrogeno con la scintilla elettrica, del gas nitroso, ed ancora del sulfuro di potassa, e chiamano eudiometro la macchina adoprata in questo esperimento, che con più verità meriterebbe il nome di ossigenometro.

Grandemente s'ingannerebbe chi credesse, che in ogni combustione vi debba essere un sensibile sviluppo di luce, e calorico con combinazione di ossigeno, come si è già stabilito per formare il criterio di questo fenomeno; poichè vi sono alcune combustioni apparenti, nelle quali l'ossigeno non si precipita sul corpo combustibile, e non ostante si ha luce, e calorico, ed altre nelle quali vi è combinazione dell'ossigeno senza apparenza alcuna di calorico, e luce. Il Sig. Brugnatelli (1), e prima di lui i chimici Olandesi Deiman, Troos-

(1) Elem. di Chim. V. I. p. 281.

lwy, Bondt, Niewland, e Lawenburg, hanno dimostrato, che la lava bollente nei crateri dei vulcani, il vetro fuso e candente nei grandi crogiuoli delle fornaci vetrarie, ed altre simili non sono che combustioni piro-vampeggianti, nelle quali si ha sviluppo di luce e calorico senza la combinazione del gas ossigeno; e noi vediamo ogni giorno che alcuni metalli si ossidano insensibilmente col contatto dell'aria atmosferica, come fanno il ferro, il piombo, lo stagno, formando sulla loro superficie quella che dicesi ruggine, ed ancora nella putrefazione, nelle fermentazioni lente, e nella respirazione animale; che quantunque si abbia la precipitazione dell'ossigeno dell'aria, pure non vi è apparenza alcuna di luce, ed il calorico è poco o nulla sensibile.

L'ossigeno considerato nello stato aeriforme ha dei singolari rapporti cogli animali, e con i vegetabili, i quali se meno brillanti sembrano di quelli fin' ad ora considerati, sono però di gran lunga più sublimi, ed interessanti. Egli è ormai noto, che i vegetabili, e gli animali servono continuamente di nutrimento gli uni agli altri, e ciò non solamente per le sostanze vegetabili, con cui cibansi gli animali, e per gl'ingrassi di materie animali che si danno ai vegetabili; ma eziandio per le sostanze gaseose, che reciprocamente fra loro si comunicano. Allora che si tratterà della respirazione vedremo qual parte efficace in essa abbia il gas ossigeno, e come egli sia il primo elemento della vita animale, senza di cui ella cessa, e si estin-

gue. All'incontro l'animale ridona all'atmosfera l'ossigeno combinato col carbonio del sangue in istato di gas acido carbonico, di cui le piante grandemente si nutrono. Se non vi fosse una continua riproduzione di gas ossigeno, la combustione, e la respirazione consumerebbero una gran parte di quello che trovasi nell'atmosfera, e questa, sopraccaricandosi di gas acido carbonico, diverrebbe ben presto incapace a sostenere la vita animale. A tale grave pericolo occorrono i vegetabili, i quali tutti più o meno concorrono a mantenere in equilibrio la necessaria quantità di questo squisito pabolo della vita. Essi al contatto della luce emettono una perenne rugiada di gas ossigeno, ed assorbono per loro alimento il carbonio.

Una osservazione assai recente di Hassenfratz potrebbe dare qualche eccezione a questo reciproco commercio di alimento fra gli animali, ed i vegetabili; ed è che esaminata l'aria sotto una campana di vetro, nella quale erano state trattenute alcune piante per lo spazio di 40. giorni, fu trovato non contenere meno ossigeno di quello che prima dell'esperienza aveva; lo che fece credere ad alcuni fisici, che la luce del giorno fa emettere dalle piante quel gas ossigeno, che poi le medesime assorbono nella notte. Manca però fin' ad ora chi abbia più attentamente verificato questa esperienza: lo che far si dovrebbe con tanto più di diligenza con quanta maggiore certezza sappiamo che le piante vegetano male, e perdono il loro verde colore

esposte al gas ossigeno puro, e per lo contrario prendono vigore, e più intenso colore nel gas acido carbonico. D'altronde egli è certo che nella notte le piante non altra funzione esercitano, se non quella di emettere il gas acido carbonico, come fra gli altri il Caldani verificò, ponendo un vaso con l'acqua di calce sotto una campana in cui vi erano delle piante.

Volendosi verificare l'esperienze di Priestley, Ingen-housz, e Sennebier, prendansi delle foglie di vegetabili, e dopo averle leggermente premute per farne sortire l'aria atmosferica interposta, pongansi sotto una campana piena d'acqua al contatto della luce, e si osserverà dopo poco tempo, che alcune piccole bolle d'aria si partono dalle foglie, e vanno ad occupare la sommità del vaso; ed esaminata quest'aria trovasi essere del gas ossigeno. E però da notarsi che le foglie emettono maggior quantità di questo gas quando sono sulla pianta, che staccate dalla medesima, più quando sono adulte, che allora che sono tenere, più alla luce diretta che riflessa, più quando sono membranose, che tigliose, dalla quale ultima proprietà delle foglie deducesi, che l'emissione del gas ossigeno è più copiosa nei luoghi bassi, e nelle valli, che negli alti monti, dove sogliono le piante aver le foglie assai meno membranose, e più compatte. Non sembra che Chaptal (1) abbia messo alcuna differenza sulla quantità della

(-) Mem. di Chim. V. 1 p. 101.

luce per l'effetto di quest'esperienza, poichè crede egli che basti la pianta sia bene illuminata per aversi l'emissione del gas, avendolo egli assai sovente in abbondanza raccolto da una specie di musco in un luogo dove il sole giammai vi penetrava.

Questo interessante fenomeno, che ha dei strettissimi rapporti colla fisiologia dei vegetabili, ci obbliga a prendere in considerazione una delle esperienze d'Ingen-housz, ed è quella, in cui egli prese tre piante della medesima specie, e l'espose sopra adattati apparati in tre diverse campane, una delle quali era ripiena d'aria atmosferica, l'altra di gas azoto, e la terza di gas ossigeno. Osservando la vegetazione delle medesime, vide che mentre nei due primi gas essa faceva prosperamente, nell'altro appariva un manifesto deperimento della pianta. Laonde non solamente sarebbe difficile a spiegarsi l'assorbimento del gas ossigeno, come congetturò Hassenfratz; ma di più il medesimo considerare si deve come una parte nociva, ed escrementizia dei vegetabili.

La teoria della produzione del gas ossigeno per mezzo delle piante pare che non sia difficile a comprendersi qualora si vogliano considerare i materiali che compongono i vegetabili. Essi sono una gran parte di carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno, e l'azoto. L'attrazione molecolare, e la facoltà di assimilazione, che trovansi in tutti i corpi organizzati viventi, estrarrono dall'acqua, dall'aria, dalla terra, e dagli ingrassi, e distribuiscono nel-

le piante questi materiali, e ne formano l'aumento. L'acqua somministra l'idrogeno, e l'ossigeno, e questo essendo in minor copia necessario alla vita vegetabile, e trovando nella luce quella forza desossigenante, che già di sopra notammo, si pone in libertà sotto forme di gas, togliendo alla pianta il necessario calorico a tale uopo. Non sembra che il Sig. de Saussure sia stato molto facile ad accordare alla decomposizione dell'acqua la cagione del fenomeno di cui trattasi; poichè nelle sue chimiche ricerche sulla vegetazione opina, che tutto il gas ossigeno che si spande nell'atmosfera, quando le verdi piante sono esposte alla luce, debbasi alla decomposizione dell'acido carbonico ospitante nelle piante. Egli ignorava come si estenda la forza desossigenante della luce ancora sull'acqua; per lo che Barthollet (1), combinando questa proprietà coll'ingegnose esperienze del dotto fisico Ginevrino, fu d'opinione, che nella vegetazione, l'acqua, e l'acido carbonico siano simultaneamente decomposti, e che il risultato di questa decomposizione sia il gas ossigeno, il quale non può essere attribuito più all'una che altra delle due cause.

Sarebbe veramente un oggetto degno dell'attenzione, e dell'esperienza dei Fisici quello di esaminare qual parte abbia il gas ossigeno sopra i colori vegetabili, poichè vi sono in quest'indagine molti segreti, che la natura ci tiene ancora celati. Si è osservato, che

(1) *Annal. di Chim.* V. 50. p. 139.

il gas acido carbonico rende più vago, ed intenso il verde delle foglie dei vegetabili, che le piante sono più colorite nei luoghi bassi, e paludosi, che nelle alte montagne, e più belli i colori de' corpi dove la luce è più brillante, e per più lungo tempo illumina le piante, che dove manca. Chaptal (1) dando conto delle sue sperienze alla Società Reale d'agricoltura di Parigi nel 1790, opinò che i cangiamenti dei colori nei corpi debbonsi alla combinazione del gas ossigeno con i diversi principj delle sostanze dei tre regni della natura. Credeva egli allora che questo gas concentrandosi più o meno nelle sostanze diverse, acquistasse differenti gradi di densità, per cui si rendesse capace di rifrangere un raggio più che un altro. Ma considerando quanto sia grande la quantità di carbonio di cui abbondano le piante, ed esaminando più minutamente le funzioni della vegetazione, non si dovrebbe forse al carbonio più che all'ossigeno la principale influenza nella colorazione delle piante?

Molte e maravigliose cose furono dette sugli usi Medici del gas ossigeno; ma non sembra che i Clinici l'abbiano credute degne della loro fiducia, poichè non vi è quasi alcuno che voglia adoprarlo ancora in quei casi, nei quali tutti i fisici convengono della sua utilità. Nè s'intende qui ragionare dell'ossigeno concreto applicato alla medicina; poichè già egli si adopra nelle preparazioni ossinitriche, e mer-

(1) *Annal. di Chim.* V. 4. p. 57.

curiali; ma bensì nell' amministrazione sua in istato di gas. A noi sembra ad evidenza dimostrato, che il gas ossigeno sia da collocarsi nel numero dei più preziosi stimoli di cui s'abbisogni per eccitare, e mantenere la vitalità e l'Haller medesimo lo riconobbe col nome di *stimulus* nell' aria atmosferica. Infatti Forster di Gottinga, il Carradori, e lo Spallanzani (1) hanno in molti modi dimostrato come si accresca la vitalità delle lucciole poste nel gas ossigeno fino a segno, che nell' oscuro con la loro aumentata luce si giunge a leggere il più minuto carattere; e Beddoes ne assicura, che con l' uso del gas ossigeno il polso si rende più energico, e che fortemente per suo mezzo s'accreosce il calore animale, e la forza muscolare.

Una non meno interessante osservazione sull' efficacia stimolante di questo gas ci presentano l' esperienze di Van Marum esposte in una lettera al Volta (2). Esaminando egli in compagnia di Pfaff le tensioni, commozioni, e le scintille della colonna nel gas atmosferico, nel vuoto, e nel gas azoto, le trovò debolissime in paragone di quelle ottenute nel gas ossigeno, sperimentandole in esso più forti, più grandi, e più facili ad ottenersi. Siccome più volte avviene, che per la sordità, o per l' oftalmia ostinata, ed ancora per l' emiplegia la pila del Volta non ha tutta quella energia, che si desidera, potremo così chiamare in soccorso questo gas per ravvivare la metallica elettricità.

(1) Giornal di chim. di Brugnatelli V. 13.

(2) Annal. de Chim. V. 40 p. 330.

Se si esaminano la lettera di Chaptal al Berthollet (1), le memorie di Fourcroy sulle proprietà medicinali dell'aria vitale, le osservazioni di Caillens, e finalmente le cotidiane esperienze, per cui veggiamo dei maravigliosi effetti in coloro i quali nello stato di malattia cagionata da debolezza, passando a respirare un'aria più pura, ed ossigenata, riprendono colore, e forza, e riacquistano quel tuono di cui mancava il sistema animale, non crediamo certamente che si possa più dubitare essere il gas ossigeno uno dei migliori stimoli, di cui possa far uso l'arte salutare, e facciamo dei sinceri voti, onde i dotti Medici lo credino non indegno della loro confidenza. •

Del Gas Azoto.

Tolta che sia dall'aria atmosferica tutta quella parte di gas ossigeno, che la rende capace alle funzioni della combustione, della respirazione, o della ossidazione, vi rimangono quasi due terzi del suo volume di un fluido elastico, che ha delle proprietà ben diverse da quelle del gas ossigeno. Questo gas scoperto nel 1772 dal Dottore Rutherford fu chiamato mofeta dell'atmosfera, Fossigeno dal Brugnatelli, Idrogeno da Chaptal, ed Azotico dai nomenclatori francesi. Tutti questi nomi non essendo pienamente caratteristici, noi riterremo quello comunemente usato, dichiarandoci, che il medesimo non è meno adottato degli altri.

(1) *Annal. de Chim.* V. 4 p. 21.

I due metodi più comuni per avere questo gas puro sono quelli di Schéele, e di Berthollet. Se si fa una mescolanza di limatura di ferro, e di zolfo, e questa con un poco di acqua si riduce in pasta molle, si avrà un solfuro di ferro, il quale collocato sotto una campana di aria atmosferica in guisa che sia impedito il concorso dell'aria esterna, si vedrà dopo alcune ore formarsi un vuoto, e la campana poggiando sull'acqua, si riempirà di questo fluido fino a quell'altezza che indica la proporzione del gas ossigeno contenuto nel volume di aria atmosferica della campana. Il Thompson propone di aggiungere a detta mescolanza del fosforo per avere un più pronto assorbimento di gas ossigeno. Se il solfuro di ferro rimane più del bisogno sotto il recipiente, darà del gas idrogeno proveniente dalla decomposizione dell'acqua, e così verrebbe alterata la purità del gas azoto.

L'altro metodo, che fu scoperto da Berthollet, è quello di sottoporre un pezzo di carne muscolare all'azione dell'acido nitrico diluito nell'acqua, esponendolo in vasi adattati ad un dolce calore, e raccogliendo il fluido aeriforme in campane di vetro coll'apparato idropneumatico. Il Fourcroy (1), ripetendo l'originale scoperta di Berthollet, osservò che la quantità di gas azoto ottenuto da diverse materie animali non era la medesima. La sostanza gelatinosa ne dà meno, che l'albuminosa, ma la fibrina muscolare ne sommi-

(1) Mem. de l'Accad. an. 1788. .

nistra più di ogni altra sostanza animale. Di più scoprì che il muscolo degli animali giovani sviluppa minor quantità di gas azoto di quello degli adulti, che non vi è alcuna differenza notevole fra gli erbivori, e carnivori, e che non vi è altra differenza fra i muscoli dei quadrupedi, e dei pesci, rapporto a questo oggetto, se non quella, che questi lo somministrano più presto che quelli, e ciò perchè l'azoto è meno aderente nei pesci alla fibra muscolare; dal che deducesi la cagione assai probabile per cui veggonsi i pesci passare allo stato di putrefazione più presto, e più facilmente che i quadrupedi.

Portando ora i lumi della teoria sopra i due esposti metodi, noi vedremo che la medesima nasce spontaneamente dai fatti. Allora quando s'impiega il solfuro di ferro, si presenta ad un dato volume di aria atmosferica una sostanza composta, la quale ha più affinità col gas ossigeno atmosferico, che questo non l'ha per l'azoto, viene quindi a formarsi un solfito di ferro, togliendosi l'ossigeno dall'aria perlochè resta il gas azoto a nudo. Riguardo all'altro metodo si deve considerare, che la carne muscolare è un composto d'idrogeno, di ossigeno, di carbonio, e di una gran quantità di azoto. L'acido nitrico, portandosi sopra l'idrogeno, ed il carbonio, forma una sostanza grassa, nella quale rimane l'ossigeno in istato concreto, e l'azoto ottenuto dal calorico sviluppassi in forma di gas.

Devesi per altro qui avvertire che dietro la più esatta analisi dell'Humboldt sull'aria

atmosfera decomposta col mezzo del fosforo (1) trovasi che il gas azoto contiene spesso una quantità di ossigeno, la quale non gli si può togliere con alcuna affinità delle basi acidificabili. Laonde il primo metodo tanto per questa ragione, che pel gas idrogeno, che dal solfuro di ferro sviluppasi, non può considerarsi come esattissimo.

In generale tutte le sostanze, che decompongono l'aria atmosferica coll'assorbimento dell'ossigeno danno del gas azoto più, o meno puro, quantunque non sia facile con i metodi fino ad ora posti in uso di averlo purissimo. Così avvenne a Fourcroy servendosi dell'ammoniaca (2), dalla quale tolse l'idrogeno, ed a Seguin (3), distillando l'ossido nero di manganese. Non ostante fu per un momento creduto che questo gas si trovasse puro nelle vescichette nuotate del carpio; ma il Fourcroy (4), che fu il primo a far questa scoperta, convenne, che neppure in questi serbatoj animali era puro, trovandosi mescolato col gas acido carbonico. Questa osservazione di Fourcroy è stata recentemente confermata da Biot (5) nei suoi viaggi intorno alle coste di Spagna, nei quali, esaminando varie volte il carpio preso a diverse profondità, si assicurò che la purità del gas azoto nelle vescichette di questo pesce dipen-

(1) Memoir. de F. Humboldt a l'Institut. Nation. 1. Term. an. 6
Annal de Chim. V. 27 p. 145.

(2) Annal de Chim. V. 1. p. 49.

(3) Ibi p. 3.

(4) Ibi p. 48.

(5) Bouillon Lagrange. Manuel de Chim. V. 1. p. 177.

de dall'altezza in cui egli nuota, di maniera che alcune volte contengono molto gas ossigeno, ed altre volte del gas azoto; ma giammai nè l'uno, nè l'altro in un perfetto grado di purità.

L'enorme quantità di gas azoto sparso nella natura ha sempre persuaso i fisici, che questa sostanza dovesse grandemente influire in tutte le Chimiche composizioni dei corpi. Il solo Lavoisier, e quelli che tuttora sieguono alla lettera le sue teorie, non sembra che concedino tanta importanza a questo gas, poichè amano considerarlo come un fluido aeriforme unicamente impiegato dalla natura a conservare una specie di equilibrio nell'aria atmosferica per renderla respirabile senza danno di una maggiore ossidazione del sangue, ed una rapida infiammazione della macchina animale, qualora una parte di ossigeno non venga diluita in tre parti di azoto. Noi peraltro vedremo quale impiego si faccia nella stessa respirazione del gas azoto, e dalle nuove scoperte rileveremo l'inesattezza di questa opinione.

Era ben facile, che, considerando il gas azoto sotto questo punto di veduta, non altra opinione si avesse della sua natura se non quella di una sostanza semplice attenuata dal calorico; ma non sempre, ed ora singolarmente i chimici lasciarono di avere qualche dubbio su la semplicità della sua natura. Wurzer Professore di chimica a Bonna, decomponendo l'acqua goccia, a goccia sul rame, sul vetro pesto, sul piombo, sull'argento, e so-

pra una mescolanza di altri metalli, avendo ottenuto del gas azoto credè che questo fosse la base dell'acqua (1) Girtanner, e Mayer per lo mezzo di esperienze, ed induzioni assai ragionate vollero persuadere che l'ossigeno unito all'idrogeno combinandosi in certe dosi determinate, formavano il gas azoto, e così vennero in qualche modo a convalidare l'opinione di Wurzer. Quelli che trovarono assai piccola la quantità di gas ossigeno che si somministra dai vegetabili per riparare le perdite continue, che del medesimo si fanno per la respirazione, e la combustione, non esitarono di far plauso alla memoria di Mayer, il quale d'altronde più di ogni altro sembrava esserne persuaso, tanto più che lo stesso Deluc non pareva scostarsi da quest'idea allora quando egli spiegò la formazione della pioggia in tempo di siccità, dando all'aria atmosferica la facoltà di precipitare il gas azoto convertendolo in acqua.

L'identità dell'acqua, e dell'aria con la sola differenza di ossigeno se da una parte presentava una maggiore semplicità nella teoria, dall'altra esigeva maggiori prove per esser comunemente ammessa, e queste non furono trascurate da Berthollet, e da Bouillon Lagrange. Essi portarono la più minuta diligenza nel ripetere l'esperienze di Girtanner, ed aggiunsero nuovi processi per perfezionare quelli già adoperati, e non fu mai possibile di ottenere dal vapore acquoso un'atomo di gas azo-

(1) Lettre de Wurzer a Wan-Mons sur un degagement extraordinaire de gas azote. *Annal. de Chim.* V. 27 p. 22

to, sia che l'acqua si facesse bollire sola, o con l'argilla o con l'allumina, sia che si facesse passare sulla silice ottenuta dall'acido fluorico, sia finalmente che si cimentasse il vapore acquoso in un tubo di porcellana, in cui vi era del piombo. Le stesse esperienze furono replicate in Olanda dai dotti Chimici Deiman, Wan-Tooswik, e Lavwerenburg, e sempre col medesimo successo. Laonde per spiegare l'origine del gas azoto raccolto dallo Girtanner, e che in alcuni casi si osserva in altri sperimenti di una simile natura a quelli eseguiti per trovare la natura dei gas azoto, si ricorre comunemente all'aria atmosferica, la quale passando per i tubi roventi, o sopra i metalli, e le terre, lascia il suo ossigeno, e pone in libertà il gas azoto.

Più verisimile potrebbe ad alcuno sembrare l'opinione di Brugnatelli (1) secondo il quale la mofeta dell'atmosfera è un composto della base della luce e dell'ossigeno, cioè un'ossido di luce sciolto dal calorico. Appoggia egli questa sua idea sulla già nota esperienza di Goettling, nella quale si osserva che, attaccando del fosforo alla palla di un termometro immerso nel gas azoto; si ha il fenomeno della luce senza segno alcuno d'inalzamento di temperatura. In questo caso pare che il calorico si precipiti sul fosforo, ponendolo in istato liquido, restando la luce in libertà, e così resta il gas azoto decomposto. Perchè questa opinione acquistasse una maggior fiducia

(1) Elem. di Chìm. V. 1. p. 295.

sarebbe necessario dimostrare che la luce non possa essere in istato concreto nel fosforo, e che in qualunque altro fluido aeriforme, dove manca intieramente il gas azoto, non si avesse alcun segno di luce.

Ancora Davy, e Berzelius hanno recentemente creduto non essere un piccolo oggetto di chimica indagine quello che riguarda la natura di questo gas. Già il Davy (1) aveva dubbiosamente una volta proposto, che più facilmente si spiegherebbero i fatti che presenta l'azoto, qualora fusse supposto, che questa sostanza sia una base che diviene alcalina combinata con una parte d'idrogeno, e metallica combinata in una proporzione maggiore. Ulteriori esperienze fatte colla pila del Volta sulla potassa, la soda, e l'ammoniaca lo hanno ora indotto a credere, che l'azoto altro non sia che un composto del *metalloide ammonium* al massimo grado di ossidazione, e che l'ammoniaca non sia che lo stesso ammonium ossidato ad un termine medio. Berzelius cui dobbiamo in gran parte le illustrazioni delle scoperte di Davy, ha portato questa congettura ad un maggior punto di evidenza, facendo conoscere, che 100 parti di gas azoto contengono 43,027 di ammonium, e 56,973 di ossigeno.

Frattanto cosa dobbiamo noi stabilire sulla natura del gas azoto? L'opinione di Girtanner che lo propone come un ossido d'idrogeno fu già confutata da Berthollet, e sebbene sia stata richiamata a nuova vita dalle ingegnose spe-

(1) Journal de Phys. V. 71. p. 101.

rienze di Humboldt, pure queste non vennero trovate esatte nè in Firenze dal Fabroni, nè da Chaptal in Montpellier, nè da Saussure in Ginevra, nè da Champy al Cairo. Quella del Brugnatelli non corrisponde a quei fatti che dimostrano, che la base della luce si trovi nei corpi, e singolarmente nel fosforo. L'autorità di Davy, e di Berzelius certamente ne impongono; ma oltre che il metalloide ammonium non viene ancora generalmente riconosciuto come una sostanza di suo genere semplice, ed ossidabile, la troppo recente data di una tale scoperta richiede dalla saviezza del fisico una prudenziale diffidenza. Contuttociò qualunque sia per essere la natura di questa sostanza, la maggior parte dei Chimici non la considerano più che come composta, e non più semplice.

Sebbene la cognizione completa del gas azoto abbia delle difficoltà che tengono sospeso il giudizio dei fisici sulla sua intrinseca natura, non ostante egli ha delle proprietà caratteristiche, che lo distinguono da ogni altro gas. La prima di queste è la sua leggerezza maggiore dell'aria atmosferica, la quale si palesa facilmente con la combustione di due lumi di diversa altezza sotto una campana di aria atmosferica collocata sopra un vaso di acqua. In questo sperimento costantemente si osserva, che la candela più alta si spegne prima della più bassa; lo che non per altra ragione accade se non perchè la combustione facendosi col dispendio del gas ossigeno dell'atmosfera, questo precipitando poco a poco sul combustibile lascia in libertà il gas azoto, il quale come

più leggiero si porta nella parte più alta del recipiente, e non avendo in se più il pabolo della combustione, non può più servire a mantenere il lume acceso, il quale forza è che si spenga. Questa leggerezza esaminata da' fisici viene determinata secondo Davy essere a quella dell'aria atmosferica come 0,978 ad 1., pesando un decimetro cubo di questo gas 1,199 grammi.

Nell'esperienza della combustione per conoscere la leggerezza del gas azoto ne nacque la notizia dell'altra sua proprietà, qual'è quella di essere incapace alla combustione, ed a mantenere la vita animale. Prendasi infatti del gas azoto ottenuto sia col mezzo del solfuro di ferro, sia dal muscolo animale, e posto in un vaso, entro vi s'immerga un lume, o un'uccello, e tosto si vedrà che l'uno subito si spegne, e l'altro cessa di vivere. Nè ciò può altrimenti accadere se si considera che senza la presenza del gas ossigeno nè la respirazione, nè la combustione possono in modo alcuno aver luogo. Siaci in quest'occasione permesso di spiegare un fenomeno che ordinariamente si rinnova ogni volta che le sale dei spettacoli sono assai frequentate da spettatori. Tutti quelli che trovansi nei palchi più alti della sala si sogliono lamentare di un certo senso di soffocazione, e di angoscia, che non sentono i spettatori della platea, o dei primi ordini dei palchi. La cagione di questa incomoda sensazione non da altro ripeter si deve che dal gas azoto che nella parte superiore della sala respirasi. Poichè il doppio consumo che

fassi del gas ossigeno dalla combustione dei lumi del palco scenico, e dalla respirazione animale degli spettatori deve di continuo mettere in libertà molta copia di gas azoto, il quale come più leggiero dell'aria atmosferica deve inalzarsi nella parte superiore della sala, e quivi servire alla respirazione degli spettatori degli ordini de' palchi più alti. Poichè dunque la combustione, ed il solfuro di ferro ci danno il gas azoto, e facendo salir l'acqua nei vasi graduati ci dimostrano la quantità con cui il gas ossigeno è mescolato al gas azoto nell'aria atmosferica, noi potremo facilmente a nostr'agio formarne della medesima l'analisi, e la sintesi, decomponendola con la sottrazione di uno dei due fluidi aeriformi, e componendola mescolando insieme quasi tre parti di gas azoto con una di gas ossigeno, avendosi così un'aria atmosferica purissima, come vedremo più distintamente in seguito.

Se la leggerezza, e le proprietà di questo gas non lo distinguessero dall'aria comune, noi non avremmo alcun carattere fisico per conoscerne la differenza; poichè egli è simile ad essa elastico, invisibile, come senza alcun sapore, ed odore. Fourcroy (1) per altro ha creduto che questo gas avesse un odore particolare simile a quello che si esala allora quando si getta del muriato di ammoniaca sugli ardenti carboni. Rapporto poi alla dilatazione di questo gas, ed alla sua elasticità

(1) Recherches pour servir à l'histoire du gaz azote, ou de la mofete comme principe des matières animales.

dobbiamo notare col Morveau (1) che la sua dilatazione è piccolissima da 20.° R. a 60.° R. ma da 60.° R. agli 80.° R. è grandissima. Di più, esaminata questa dilatazione da Berthollet (2), esponendo il fosforo all'azione del gas azoto, osservasi ch'egli prende un aumento proporzionalmente maggiore di qualunque altro gas. Da questa osservazione si rileva, che non tutto il calorico s'impiega alla fusione del fosforo come vuole il Brugnatelli, ma, una parte assai grande serve a formare il gas solforoso, lo che dimostra, che mal si adopera mescolato col solfuro di ferro per avere il gas azoto, come propone il Thompson.

Oltre alla indicata somiglianza dei caratteri fisici di questo gas con l'aria, egli ha quello ancora di alcune chimiche proprietà, come sarebbe di non essere acido, non tingendo in rosso la tintura vegetabile, e non alterando l'acqua di calce, nè di opporsi alla prospera vegetazione delle piante, le quali non veggonsi alterate nelle loro funzioni qualora sono in questo gas immerse.

Sebbene non sembri che la luce abbia azione alcuna sul gas azoto, e che l'elettricità da lui non provi influenza alcuna nella sua intensità, come ne assicura Wan-Marum (3), pure non ancora sono tolti tutti i dubbi sulla mancanza di ogni affinità fra il detto gas, e le due accennate sostanze. Credevasi auco-

(1) *Annal de Chim.* V. 1. p. 281. *Enciclop. Metod.* art. Air.

(2) *Observat. Endiometriques.* *Annal. de Chim.* V. 34. p. 50.

(3) *Lettre de Wan-Marum a Volta sur la Colonne electrique.* *Annal. de Chim.* V. 40. p. 350.

ra che non vi era affinità alcuna fra il gas azoto, e l'acqua, nella quale si voleva che fosse assolutamente insolubile; ma le belle, e decisive sperienze del Sig. de Marty dimostrano, che mettendo dell'acqua in una bottiglia di gas azoto con l'agitazione si fa' un reale assorbimento, e l'acqua così azotata acquista una proprietà endiometrica la più perfetta; poichè non solamente assorbe il gas ossigeno dell'atmosfera; ma l'assorbimento è precisamente di 21. centesimi di un dato volume di aria atmosferica (1). Ma fra tutte le proprietà fino ad ora esposte nessuna più singolarmente interessa la scienza quanto la sua influenza nella formazione dell'acido nitrico. Sembrerebbe certamente strano, chi proponesse esser l'aria atmosferica quasi la sorgente di un potentissimo acido, ovvero un'ossido, mentre che la respiriamo salutarmente, e per essa conserviamo la vita. Eppure dal momento che le sue proporzioni del gas azoto col gas ossigeno si alterano, veste tutte le proprietà degli acidi. Ella è costante osservazione, che se si fa passare ripetutamente la scintilla elettrica a traverso di un tubo ben chiuso, e ripieno di aria atmosferica si forma un vuoto, o sia una diminuzione di volume, ed il residuo dell'aria, esposto a questa esperienza tinge in rosso i colori vegetabili, come per loro caratteristica fanno tutti gli acidi. Questa scoperta annunciata per la prima volta da Priestley fu

(1) Lettre de M. Bior à Berthollet. *Annal de Chim.* V. 61 p. 273.

verificata avanti alla società reale di Londra da Gilpin, e Guvendish, i quali trovarono che l'aria così modificata dalla scintilla elettrica era miscibile con l'acqua, e con la potassa formava il nitro.

Analizzando dopo l'esperimento il gas residuo trovasi che le proporzioni dei due gas componenti l'aria atmosferica sono alterate, cioè che il gas azoto è al gas ossigeno come 2, a 4, 75, mentre nello stato ordinario sono prossimamente come 39 a 11.

Se da questa nuova combinazione di gas azoto con più del doppio di gas ossigeno si toglie una data quantità di quest'ultimo, formasi un gas rutilante al contatto dell'aria atmosferica, che gas ritroso appellasi, il quale d'altronde si ottiene versando dell'acido nitrico allungato con acqua sopra la limatura di ferro, di rame, o di altro metallo, come ancora sopra lo zucchero, gomme resine, ed altre sostanze oleose. Questo è quel gas che propriamente vien chiamato da Thompson ossido di azoto, poichè veste le proprietà degli ossidi, non essendo assorbito dall'acqua, onde può con esso adoperarsi l'apparato idropneumatico, non dando seguiti di acidità nella tintura vegetabile.

Ha per altro questo gas ossido di azoto alcune proprietà assai distinte per occupare un luogo particolare nella classe dei fluidi aeriformi, e queste sono di essere un poco più grave di un'egual volume di aria atmosferica, di non servire alla combustione come il gas azoto; ma in esso la fiamma prima di estinguer-

si prende un color verde, di far perire gli animali che lo respirano, contenendo una quantità maggiore di ossigeno di quello che soffre la respirazione animale, finalmente di prendere un color rosso cupo mescolato all'aria atmosferica, e molto più col gas ossigeno, nel qual caso egli riprende quell'ossigeno, che perduto aveva, e ritorna ad essere acido nitrico, come può verificarsi col mezzo della tintura di turmesole, e del carbonato ammoniacale. Ingenhousz si è servito della proprietà di questo gas di assorbire l'ossigeno per formare il suo eudiometro, saggiando col medesimo l'aria in diversi luoghi nelle vicinanze di Londra, nelle provincie dell'Olanda, ed in varie distanze della terra dal mare.

Se questo gas ossido di azoto ottenuto dopo la prima sottrazione dell'ossigeno dall'acido nitrico si espone per qualche giorno al contatto della limatura di ferro in vaso chiuso, perderà del nuovo ossigeno, e si avrà per residuo un gas, che per distinguerlo dal primo chiamasi ossido gazo di azoto. Per dimostrare, che ancora in questo gas vi è dell'ossigeno, si farà in esso la combustione del fosforo, e si avrà una brillante accensione del medesimo, e dell'acido fosforico.

Dal fin qui detto raccogliesi che l'azoto è capace di unirsi all'ossigeno in quattro differenti proporzioni. La prima è quella che costituisce l'aria atmosferica, che si può considerare un'ossido di azoto al minimum di ossidazione, la seconda è quella dell'ossido gazo di azoto, la terza forma il gas ossido di

azoto chiamato comunemente gas nitroso, e la quarta costituisce l'acido nitrico.

Se s'ignorassero tutti gli usi del gas azoto, quello solo di diluire grandemente il gas ossigeno per renderlo salubre, e respirabile farebbe il massimo dei suoi pregi. Parlando dell'aria atmosferica in particolare, e singolarmente della respirazione vedremo come dopo l'esperienza di Davy, e di Pfaff questo gas ben lungi dall'essere, come opinò Lavoisier, una sostanza meccanicamente combinata col gas ossigeno dell'atmosfera, è anzi mescolato con una dose di ossigeno capace di renderlo ossido, di una tal forza, che produce i più grandi effetti nell'economia animale. Infatti se l'ossido gassoso di azoto si estrae col processo di Davy dal nitrato di ammoniaca cristallizzato, e si fa respirare, risvegliansi le forze vitali, e provasi una specie di piacevolissima estasi. Ripetendo Pfaff (1) l'esperienze di Pictet (2) sopra molte persone, osservò i medesimi effetti, che già aveva notato Davy. Egli confessa che eccettuato un solo individuo, tutti quelli che hanno respirato questo singolar fluido si sono trovati esaltati, e come quasi ubbriacati da una dolce sensazione, senza che restasse dopo di essa traccia alcuna di debolezza. Perlochè opinò potersi il medesimo proporre come un'efficace rimedio alla melanconia.

Fin' ad ora però l'uso del gas azoto non è conosciuto, e molto meno praticato in medicina. I Professori dell'arte salutare sono gene-

(1) *Annal de Chim* V. 55. p. 180.

(2) *Biblioth Brit.* V. 17 p. 406, 414.

ralmente molto alieni dall'applicazione della stessa aria vitale, e per conseguenza lo debbono essere assai più di un gas per sua indole mofetico, e che ha tutte le qualità micidiali, e funeste. Non ostante è provato, che questo gas può efficacemente servire di controstimolo, essendosi sperimentato, secondo osserva Bouillon la Grange (1), che frena la irritabilità muscolare, e smorza l'eccessivo calore animale: ed in vero come controstimolo trovasi egli in gran copia mescolato col gas ossigeno nel fluido atmosferico. Infatti Beddoes ottenne dei diversi successi dal gas azoto ispirato nella tise polmonare, (2) ed Ingen-housz osservò, che, essendosi scorticato un dito colle cantaridi, provava un forte dolore fino a tanto che teneva la ferita esposta all'aria atmosferica, o all'azione del gas ossigeno; ma per lo contrario postolo nel gas azoto, e nel gas acido carbonio, cessava tosto ogni dolorosa sensazione (3).

Del gas acido carbonico.

Le pietre calcari, i vegetabili, e gli animali sono ricchissimi della base di questo gas; poichè il carbonio è abundantemente sparso in tutta la natura.

Ogni qualvolta questa sostanza si combina coll'ossigeno, e che questa mescolanza si at-

(1) Manuel de Chim. V. 1. p. 179.

(2) Discours de Fourcroy prononcé dans la Société libre de Pharmaciens de Paris.

(3) Observations de Beddoes sur l'usage des airs factices dans la Médecine. Annal. de Chim. V. 22. p. 215.

tenua dal calorico, sino a ridurla nello stato aeriforme, si avrà il gas acido carbonico. Prima, che la nomenclatura chimica formasse parte della scienza, fu distinto questo gas con quei nomi, che vennero indicati dalle circostanze, e dal luogo. Così Vanhelmont lo chiamò *Gas mefitico*, Black *Aria fissa*, Bewly *acido mefitico*, Maquer *Gas mefitico*, e Bergman *acido acreo*. Generalmente la natura lo presenta in istato aeriforme, come nella grotta del Cane del Regno di Napoli, in alcune gallerie di miniere, nel fondo di alcuni pozzi, come a Neyrac nel Vivarese nel luogo detto Puy-de-la-Poule, e sopra i tini delle cantine nel tempo della fermentazione delle uve. Si ha ancora combinato con le acque minerali, come quelle dei Bagni di Pisa, e del Bergamasco analizzate da Brugnatelli (1), di Pirmont, di Seltz, e di Spa. Trovasi ancora mescolato coll'aria atmosferica, valutandola Henry (2) due centesimi di peso, e da Humboldt 8 millesimi di un dato volume di aria atmosferica. (3)

Due sono i metodi per ottenere questo gas, o con la combustione del carbone nell'aria atmosferica, e molto più nel gas ossigeno, o col versare sul carbonato calcareo, sullo zucchero, ed altri carbonati dell'acido sulfurico allungato. Nel primo metodo si avrà molta luce, e grande sviluppo di calorico. L'ossi-

(1) *Elemen. di Chim.* v. 2. p. 65.

(2) *Manuel. abrégé de Chim.* p. 80.

(3) *Memoir. sur la combinaison ternaire du phosphore, de l'azote, et de l'oxigène.* *Annal. de chim.* v. 27. p. 145.

geno attacca il carbone, ed il calorico pone questa combinazione in istato di fluido aeriforme, il quale dopo la combustione è uguale in peso al gas ossigeno consumato, più il peso del carbone impiegato nella medesima; come si può verificare coll' alcali caustico in liquore. E quì si deve avvertire ancora per quello, che si dirà parlando della respirazione, che il carbonio per trasformarsi in forma di gas abbisogna di una quantità di calorico, assai minore di quella dell'ossigeno per lo stesso effetto.

Nel secondo indicato processo l'acido sulfurico attacca la calce della pietra calcarea, la quale avendo più affinità coll'ossigeno, che col carbonio, col quale era prima unita, abbandona il carbonio, mentre l'acido sulfurico passando in istato concreto forma il solfato di calce, somministra il calorico, ed una parte d'ossigeno onde veuga a svilupparsi il gas acido carbonio.

Ancora la respirazione animale potrebbe formare questo fluido quale si forma con l'arte; ma il medesimo non è sempre scevro di una parte di gas ossigeno, che dal polmone nella respirazione si emette indecomposto. Nonostante per l'esperienze di Pfaff (1) sappiamo, che 60 pollici cubici di aria atmosferica, respirata per 10, o 12 secondi danno 4,68 per 100 di gas acido carbonio puro.

La fermentazione, gli ossidi metallici combinati nella distillazione col flusso nero, o col

(1) Nouvelles experiences sur la respiration de l'air atmospherique. Ann. de chim. v. 53. p. 137.

carbone, e la stessa pietra calcare nelle fornaci ne somministra in gran copia. Così il Pellettier (1) l'ottenne dall'ossido di stagno mescolato col solfuro di potassa, così nella formazione dell'etere sulfurico, se si protrae la distillazione, dopo il così detto olio dolce di vino fu raccolto del gas acido carbonico da Fourcroy, e Vauquelin, (2) e così finalmente Cruikshanks (3) estrasse del gas acido carbonio, dalla distillazione della limatura di ferro mescolata in parte eguali con la creta ridotta al massimo grado di siccità.

Questi ed altri simili metodi sperimentati dai chimici non danno rigorosamente parlando, che delle specie particolari di gas acido carbonio, le quali prendono varie denominazioni secondo lo stato, e la natura delle materie dalle quali si estrae: Per tal ragione chiamasi aria infiammabile pesante, quella, che sprigionasi da una forte distillazione del carbone in un vaso di ferro, idrogeno carburato il gas idrogeno delle paludi, idrogeno sopra carburato, o gas odoroso, quello della distillazione dell'etere, è gas ossido di carbone, quello che si raccoglie dalla distillazione del ferro con la creta.

Esposta la maniera con cui si estrae questo gas, egli è necessario di passare all'esame preciso dei suoi principj costituenti. Lavoisier (4) fu il primo a stabilire che 100 parti di gas

(1) *Nouvelles experiences sur la combustion de l'étain avec le soufre.* Ann. des scien. an. 1792.

(2) *Thompson système de chimie* v. 1. p. 57.

(3) *Mém. de l'Acad. an.* 1781 p. 448.

(4) *Ann. de chim.* v. 42. p. 257.

acido carbonio erano composte di 72 parti d'ossigeno e 28 di carbonio; ma il Berthollet, analizzando l'esperienze di Clemente, e Desormes, trovò inesatta l'accennata proporzione, la quale ora, come una media approssimazione fra tutte le analisi note, viene stabilita a 26 di carbonio, e 74 di ossigeno.

Evvi una intrinseca ragione, nella natura del carbone medesimo, per cui tutte l'esperienze, che si fanno con questa sostanza per ottenere il gas acido carbonio, debbono essere sensibilmente diverse, alla quale se non si attende, si potranno con molta facilità prendere dell'erronee indicazioni, e dedurne delle false conseguenze. Il carbone quantunque sia naturalmente insolubile nell'acqua, pure quando è nuovo è avidissimo del vapore acquoso dell'atmosfera, e quando è riscaldato sino ad un certo punto, assorbe una grandissima quantità d'aria, e di ossigeno (1). In prova di ciò vagliano per tutte le belle esperienze di Morozzo. Questo dotto fisico, avendo impiegato nell'esperimento diretto a questo fine del carbone di faggio, trovò, che l'assorbimento fatto nell'aria comune era 41 centesimi del volume d'aria esposta alla prova, e sostituendo a questa il gas ossigeno, dopo molti giorni osservò l'assorbimento totale di questo gas.

Devesi ancora notare che questa facoltà del carbone di assorbire l'aria, ed il vapore acquoso non è costante, ma variabile dipendendo dalla

(1) Journal. de Phys. an. 1783.

natura del legno, o della sostanza dalla quale si è fatto il carbone. Si è provato che il carbone di sughero è quello, che ha la più debole facoltà di assorbire. Le anomalie, che presenta il carbone fecero giustamente sospettare, che le medesime si trovassero nelle diverse pietre calcari, e che non tutte le sostanze carboniche somministrassero egualmente le medesime proporzioni di principj costituenti questo fluido aeriforme. Ed infatti Clement, e Desormes (1) trovarono, che il gas acido carbonio prodotto dallo zucchero conteneva 29,3 di carbonio, e 70,7 di ossigeno.

Dal fin qui detto sulla base di questo gas si sarebbe indotti a credere, che la medesima non esista pura in qualunque classe di naturali sostanze. Così sarebbe certamente, se l'esperienze fatte sul diamante, non ci provassero ad evidenza esser egli il carbone più puro che esista. Il primo fu Newton a sospettare che il diamante fosse un corpo combustibile, indotto dalla general teoria, che i corpi combustibili sono quelli, che rifrangono più potentemente la luce. Questo sospetto fu infatti verificato in Firenze da Cosimo dei Medici, il quale col mezzo di uno specchio ustorio bruciò molti diamanti posti nel fuoco del medesimo; e Francesco Primo fece altrettanto in Vienna con un fornello di fusione. Non essendo allora conosciuta ancora la fisica pneumatica, non furono raccolti i residui di queste combustioni. Lavoisier

(1) *Experien. sur le charbon. An. de chim. v. 42. p. 132.*

fu il primo, che scoprì formarsi del gas acido carbonio puro nella combustione del diamante, ed ora dopo le replicate esperienze di Morveau, e di Tennant siamo autorizzati a dare al diamante il nome di carbone, come ha fatto il Thompson, e di stabilire, che adoperando il carbone puro, il gas acido carbonico contiene 17, 88 di diamante ed 82, 12 di ossigeno.

Una combinazione di due sostanze quali, sono il carbone, e l'ossigeno di natura fra loro diverse non può non avere, che delle proprietà veramente singolari. E sebbene essa riguardo alle fisiche proprietà, non distinguasi dall'aria atmosferica, essendo al pari di lei invisibile, elastica, dilatabile, senza colore alcuno, e senza odore; ha però delle chimiche facoltà, e dei rapporti assai distinti con l'economia animale, e vegetabile.

Riguardo alla sua dilatabilità fu osservato da Berthollet, Monge, e Vandermonde, che facendo passare la scintilla elettrica, a traverso di questo gas, egli non solamente cresceva di volume, ma di più diveniva infiammabile, essendo d'altronde una sua proprietà quella di estinguere il lume in esso immerso. Vi è dunque luogo a sospettare, che per l'azione della scintilla elettrica si formi del gas ossigeno. Infatti osservò (1) Bertollet, che l'eccitatore era ossidato, che il mercurio disciolto nel gas aveva provato lo stesso cangiamento della verga di ottone, che l'os-

(1) Diction. Encicl. art. air.

sidazione facevasi per lo mezzo dell' acqua della quale il gas acido carbonio non è mai spogliato, e che finalmente l' aumento del volume nasceva dal gas idrogeno prodotto dalla decomposizione dell' acqua.

La difficoltà, che ha il gas acido carbonio di abbandonare l' acqua non da altra ragione deriva che dalla sua grandissima affinità colla medesima. Se si empie un vaso di acqua con la metà di questo gas, si farà gradatamente un assorbimento tale, che l' acqua riempirà tutta la capacità del vaso. Se in questo esperimento si adopera l' acqua gelata, e con l' agitazione si agevolavano i punti di contatto, l' assorbimento si fa assai maggiore, e con più sollecitudine; e giunge il medesimo ad un volume di gas eguale a quello dell' acqua; la quale acquista un sapore acidulo, ed una natura acida, poichè tinge in rosso la tintura azzurra vegetabile. Questa nuova proprietà, che acquista l' acqua per mezzo dell' acido carbonio fece nascere fino dal 1755. il pensiero a Venet di comporre con l' arte le acque minerali. Le sperienze, che indi si fecero da Black sull' aria fissa, e quelle di Priestley, di Chaulnes, e di Rouelle il giovine determinarono l' identità delle acque acidule termali con quelle, che si preparano dall' arte; ed infine la celebre fabbrica dell' acque termali fu stabilita dal Sig. Paul in Parigi; in cui della sola acqua acidula di Seltz, ne sono dispensate in ogni anno 70 mila bottiglie, e dove non vi è acqua termale, che non si faccia perfettamente uguale a quella delle stes-

se sorgenti naturali, e ciò con tanto più vantaggio degli ammalati, con quanta più facilità si possono graduare la temperatura, e le dosi a norma delle mediche prescrizioni.

Era ben naturale, che, conosciuta l'acidità di questo gas, si volesse con la medesima cimentare la vita animale, e paragonarla a quella, che si sospettava esistere nell'aria espirata. Il paragone ne provò l'identità, poichè tanto il gas acido carbonico, che l'aria espirata intorbidano l'acqua di calce, e riproducono il carbonato calcareo, ed ambedue estinguono la vita animale, con la sola differenza, che il primo produce un effetto assai più pronto della seconda, la quale è sempre mescolata col gas azoto, e con una parte di gas ossigeno rimasto indecomposto nella respirazione. Riguardo a questa micidiale proprietà del gas acido carbonico si osserva, che in esso più presto periscono quegli animali, che hanno due ventricoli al cuore, come gli uomini, i quadrupedi, e gli uccelli; che le rane, i serpi, ed i pesci, i quali resistono per molto tempo alla forza di questo gas, anzi dopo una lunga asfissia ritornano facilmente in vita, se s'immergono nell'acqua come sperimentò ancora il Brisson. (1), secondo il quale si deve attribuire alla affinità della medesima col gas, ed all'assorbimento, che ne deriva la ripristinazione delle funzioni vitali nei pesci. L'ispezione degli animali estinti in questo fluido venefico, fa sospettare, che per la

(1) *Trait. elem. de phis. art. fluides elast.*

sua acidità si costringano l'epiglottide, e la trachea in modo, che resti del tutto impedita la respirazione (1). Comunque sia egli è certo, che ogni qualvolta si respira il gas acido carbonio, restando lungo tempo in luoghi dove vi è del carbone acceso, ovvero in luoghi sotterranei, l'asfissia succede immediatamente, e quindi ben presto la morte.

Il miglior rimedio a tale infortunio è quello di subito rinnovare l'aria, e di applicare alle narici l'animoniaca, la quale ha la proprietà di combinarsi col gas formando il carbonato ammoniacale, come si può provare mettendo in un vaso chiuso con pelle, del gas acido carbonio, e versando in esso poche gocce d'ammoniaca. Tosto si vedrà, che con sensibile sviluppo di calorico si forma un vuoto, ed attorno alle pareti del vaso un sale, il quale non è altro, che il detto carbonato ammoniacale.

Nel purgare un luogo qualunque infettato dal gas acido carbonico non bisogna perdere di mira, ch'egli è quasi di un terzo più grave dell'aria atmosferica trovandosi, la gravità specifica di questo, a quello, come 100, a 151. Una tal diversità di peso si rende sensibilissima travasando in due tubi eguali il gas acido carbonio sull'aria atmosferica, come si farebbe con due liquidi di diversa gravità specifica, ed ancora agitando nel tempo della fermentazione vinosa l'aria che è nel tino, dagli orli del quale sortendo il gas, scende lungo le

(1) Bouillion LAGRANGE *Man. de chim.* v. 1. p. 253.

pareti del vaso, ed estingue un lume posto alla base del medesimo. Avvertendo alla gravità di questo gas, e non ignorando, che di continuo se ne forma nelle sale per la respirazione animale, e per la combustione; si vede chiaramente quanto sia grande la necessità dei ventilatori nei teatri, nei luoghi molto abitati, e negli spedali; e quanto sia opportuna la costruzione delle grandi porte, e finestre, che giungano sino al pavimento, onde la ventilazione far si possa in quello strato d'aria, che più particolarmente viene occupato dal gas acido carbonio.

Si è qualche volta invece di ventilatore fatto uso di vasi di acqua per mettere a profitto la sua affinità; ma conviene avvertire, che l'acido carbonico è pochissimo aderente all'acqua, come sperimentasi esponendo all'aria un vaso di acqua saturata di questo gas. L'acqua poco a poco perde la sua acidità, ed assai più presto se il vaso si pone sul fuoco, o se si sottomette al vuoto pneumatico.

Nell'esperienza fatta nel vuoto si osserva, che l'acqua saturata di questo gas bolle assai più presto dell'acqua pura alla medesima temperatura, ed il gas che si sviluppa, togliendo il calorico ai corpi esterni, fa abbassare il termometro sotto il recipiente.

Simile agli altri veleni vegetabili, e minerali, così ancora molte sono le medicinali virtù, che si attribuiscono al gas acido carbonico, sia che si adoperi nello stato di combinazione con l'acqua, sia che si applichi, come fluido aeriforme. L'uso, che continua-

mente si fa dell'acqua acidula termale, o artefatta, dimostra la fiducia, che hanno alcuni medici in questo rimedio, che per l'ordinario prescrivasi per sedare il calore animale, e nelle febbri ardenti; come ancora per isciogliere i calcoli, preparata col metodo di Falconet, e ridotta in carbonato ossidulo di potassa. Vogliono alcuni, che l'uso dell'acido carbonico in forma di gas giovi come un potente antisetico, e sia non solo capace di conservare le sostanze animali, ma ancora di ritardarne la putrefazione, e di più di ristabilire le materie già putrefatte. Volendo però ragionare dietro i lumi dell'esperienza, fra tanti pregi salutari, che si attribuiscono al gas acido carbonico, non sembra, che il medesimo meglio si possa amministrare con sicuro successo, se non quando che per l'alterazione di affinità delle sostanze animali fra l'idrogeno, e l'azoto si forma della ammoniaca, come avviene in tutte le malattie di carattere alcalescente. Non sembra, che vi sia ragione alcuna di adoperare questo gas nelle malattie del polmone, per le quali neppure il Brugnatelli crede, che possa essere opportuno. Se si volesse supporre, che una qualche specie di tise abbisognasse per la respirazione un fluido meno vivo, e pungente dell'aria atmosferica, sarebbe allora assai miglior consiglio di mescolare all'aria comune una dose di gas azoto, non essendo egli per alcun modo di sua natura acido, e nocivo. Dopo le osservazioni ingenuè di Dumas (1) sull'efficacia di questo ri-

(1) Ann. di chim. v. 29. p. 244.

medio nelle malattie polmonari non vi è chi possa ragionevolmente concedergli la sua fiducia.

Finalmente i stretti rapporti del gas acido carbonico con i vegetabili richiamano la nostra attenzione. Le piante come osserva Ingen-housz (1) fanno di continuo passare in gas acido carbonico una gran quantità di ossigeno; che nella loro organizzazione preparasi. Emettono esse all'ombra, e nella notte torrenti di questo gas venefico, mentre nel giorno spandono la salutare rugiada d'aria vitale. Quest'insigne fisico trasportato dall'analogia dei corpi organizzati aggiunge, che siccome gli animali abbisognano del sonno per riparare le perdite, che fanno nel giorno coll'esercizio delle loro forze; così i vegetabili hanno bisogno dell'oscurità per riparare collo sprigionamento del gas acido carbonico, lo spossamento loro cagionato dalla elaborazione, e sviluppo del gas ossigeno sotto la sferza dei raggi luminosi.

Le belle sperienze d'Ingen-housz sulla vegetazione, e le utili conseguenze, che dalle medesime ne dedusse, invogliarono molti Fisici a vedere più da vicino le funzioni delle piante, e quasi a penetrare nelle loro viscere, per esaminare d'onde tragga origine la portentosa alternativa dei due gas, che in due opposte circostanze dalle medesime sprigionansi. Senebier, ed Einhof osservarono, che le piante innaffiate da un'acqua leggermente acidulata,

(1) *Experien. sur les vegetaux.*

sprigionano una quantità maggiore di gas ossigeno; perlocchè opinano, che negli organi dei vegetabili si faccia una reale decomposizione al contatto della luce, liberandosi in forma di gas l'ossigeno, e restando il carbonio nella pianta.

Se l'acqua saturata di acido carbonico è utile alla vegetazione non lo è certamente alla germinazione; poichè sappiamo dalle esperienze di Teodoro Saussure (1) che la germinazione dei grani è sempre accompagnata da uno sviluppo di acido carbonico, il quale potentemente si oppone ai progressi del germe più di qualunque altro fluido aeriforme. Perlocchè da tutte le osservazioni a noi note sembra dimostrato, che fino a tanto, che le piante sono nello stato di germe abbisognano di spogliarsi di una quantità di carbonio per mezzo dello stimolo dell'ossigeno, ma dal momento, che la vegetazione comincia, quello stesso acido carbonico, che loro era nocivo nella germinazione, diviene poi utile nella vegetazione cominciata. Infatti bagnando i grani con acqua acidulata sperimentasi un effetto diametralmente opposto a quello delle piante innaffiate con la medesima acqua. Convienne per altro, che queste esperienze siano fatte con alcune determinate cautele. Il sig. de Saussure ha osservato, che una dodicesima parte di gas acido carbonico aggiunto all'atmosfera in cui vegetano le piante, rende la vegetazione più prospera, ma una dose maggiore la

(1) *Recherches chimiques sur la vegetation.*

renderebbe infelice, e che se si toglie dall'aria atmosferica quello stesso gas acido carbonico prodotto dalle piante, esse palesano un chiaro deperimento. Laonde conchiude, che le piante per mantenere la loro vegetazione abbisognano del proprio acido carbonico, che emettono, e che all'ombra questo gas è tanto nocivo alle piante, quanto alle medesime è utile favorendo il loro sviluppo allora che sono in contatto della luce.

Del gas idrogeno.

Quel fluido aeriforme, che posto alla presenza di un corpo acceso s'infiama al contatto dell'aria atmosferica, fu chiamato aria infiammabile. Da che la fisica pneumatica richiamò all'esame i fluidi elastici sottoponendoli all'analisi, fu trovato che la natura di questo fluido non era, che un composto, di una base attenuata grandemente dal calorico. E poichè fu scoperto prima d'ogni altro, da Cavendish, che il prodotto della combustione di questo gas con una determinata quantità di gas ossigeno era dell'acqua, i chimici Francesi vollero dare a questa base il nome d'idrogeno, ossia generatrice dell'acqua. Il gas idrogeno, dunque, non è che una sostanza semplice attenuata dal calorico, in istato di composizione fluida, con cui egli ha una grandissima, ed infinita affinità. Già Vanhelmont lo aveva osservato nella putrefazione dei corpi, organizzati, ed Hales nella distillazione delle sostanze vegetabili, prima

ancora di Cavendish. Il Newton aveva non oscuramente indicato, che nell'acqua vi era quest'insigne combustibile, indotto a ciò dalla gran forza rifrangente dell'acqua, come abbiamo già notato, nella sua opinione rapporto al diamante, per la stessa ragione della rifrangibilità.

È prodigiosa la quantità di gas idrogeno, che di continuo nei grandi elaboratori dei vulcani producesi. Credesi comunemente che nell'immensi strati sotterranei di piriti l'acqua si decomponga in parte, ed inalzata di temperatura nella parte indecomposta prenda varie affinità per le sostanze minerali, fra le quali scorre, e così dà origine a tante acque termali ferugginose, gasose, solforose, che si vedono, quà, e là sorgere sulla superficie della terra. Fra queste si trovano, quelle di puro gas idrogeno, il quale sorte a guisa di mofeta, come dal Vesuvio di Napoli, nella solfatarà di Pozzuolo, e nell'Etna, o si raccoglie nei crateri dei Vulcani, e quivi sia pel contatto dell'aria atmosferica, sia più ancora per una quantità di gas ossigeno, o aria, con cui combinasì nell'interne viscere della terra, produce quelle terribili esplosioni, e getti di lava, che non di rado, nelle vulcaniche eruzioni osservansi. Lo Spalanzani (1) su questo importante oggetto di storia naturale, nulla ha lasciato da desiderare ai fisici, e dopo le sue osservazioni fatte nelle voragini medesime dei vulcani, non è più igno-

(1) Viaggi delle due Sicilie. V. 5.

to un fenomeno, che di lontano rimiravasi con ispavento, ed orrore. Ancora dagli Appennini, non molto da noi lontani abbiamo delle perenni sorgenti di gas idrogeno, quali sono quelle di alcuni monti del Modanese, e singolarmente di Birigazzo, dove per suggerimento di Spallanzani fu stabilita una fornace di calce alimentata da un torrente di questo gas, che sorte da una terra arenaria.

Quando che vogliasi per mezzo di un chimico processo ottenere puro questo gas, il miglior mezzo è quello della decomposizione dell'acqua, la quale sopra cento parti in peso, è composta di 85, 662 di ossigeno, o 14, 338 d'idrogeno (1). Versando dell'acido sulfurico diluito con quattro volte il suo volume di acqua sulla limatura di ferro, o di zinco, formasi una rapida effervescenza, per cui il metallo inalzato di temperatura si combina con l'ossigeno dell'acqua, e mettendo l'idrogeno in libertà, questo si sviluppa in gas, lasciando nel vaso un solfato di ferro, o di zinco.

Lo stesso avviene se si versa goccia, a goccia dell'acqua sopra un ferro rovente, o se per un tubo di ferro incandescente si fa passare l'acqua in vapore. E che realmente questo gas idrogeno sia una parte dell'acqua convertita in fluido elastico si può verificare con la formazione dell'acqua, facendo con un apparato a tal uopo disposto la combustione di 3 parti di gas ossigeno, ed una di gas idro-

(1) *Annal. de Chim.* V. 9. p. 43. *Thompson Syst. de Chim.* V. 2. p. 483.

geno. Dopo di questa si troverà che i due gas spariranno intieramente, e saranno rimpiazzati da una quantità di acqua eguale in peso ai due volumi di fluido elastico impiegati nell'esperienza.

Osservasi pertanto nel gas idrogeno ottenuto coll'acido sulfurico sulla limatura metallica un odore disgustoso simile a quello, che si sente quando si mettono due pietre focaje in attrito fra loro; lo che non si sperimenta in quello, che si forma colla decomposizione dell'acqua in vapore. Quest'odore facilmente proviene da qualche sostanza estranea, che resta sciolta nel gas, e non vi è dubbio, che la medesima sia somministrata dall'acido sulfurico.

Comunque si ottenga questo gas egli è inalterabile, e si conserva intatto per molti anni. Il Sig. Hassenfratz (1) dal 1786. sino al 1789. conservò 18 pinte di gas idrogeno estratto dall'ossidazione dello zinco coll'acido sulfurico in una campana di vetro rovesciata sull'acqua, e tanto con la combustione semplice del gas, che coll'endiometro del Volta osservò che non si era punto alterato, e tutte l'esperienze corrisposero esattamente, come se il gas fosse di fresco estratto. Questo fatto prova ancora, che quantunque l'idrogeno sia la base dell'acqua, pure ridotto allo stato di fluido elastico, perde ogni affinità per la medesima, ed è del tutto in essa insolubile. Questa insolubilità per altro si perde se il gas

(1) *Annal. de Chim.* V. 1 p. 93.

idrogeno è mescolato col gas ossigeno. Abbiamo questa scoperta all' Humboldt ed a Gay-Lussac (1). Considerando essi l'azione dell' acqua sul gas idrogeno come nulla, vollero ad esso aggiungere il gas ossigeno, ed osservarono, che l' acqua non solamente acquistava le virtù di assorbire una maggior quantità di gas ossigeno, di quello che avrebbe fatto senza il gas idrogeno; ma che questo medesimo gas era in grandissima copia assorbito, mentre, essendo solo, non soffriva alcuna sensibile diminuzione.

Siccome il carbone forma la maggior parte del materiale dei vegetabili, ai quali l' idrogeno continuamente si somministra dall' acqua sia sciolta in vapore nell' atmosfera, sia dalla terra, ne avviene, che il medesimo quantunque ridotta alla sua maggiore siccità pur non ostante contiene sempre in istato concreto molto idrogeno, da cui difficilmente separasi. Per questa ragione Berthollet (2) saggiamente distingue il principio carbonico dal carbone ordinario. A questa affinità del carbone per l' idrogeno devesi quel fenomeno, che reca sorpresa a chi ignora questa proprietà, qualora si esponga un carbone al contatto dell' aria atmosferica, ovvero del gas ossigeno. Rouppe fu il primo ad osservare che per questa sola esposizione del carbone idrogenato all' aria atmosferica, e più ancora al gas ossigeno formasi un vuoto nel recipiente, e

(1) *Annal. de Chim.* V. 53 p. 335.

(2) *Consideration sur les experiences de Priestley relatives a la composition de l'eau*, *Ann. de Chim.* V. 3. p. 79.

delle piccole gocce di acqua sulle pareti del medesimo, quantunque il carbone fosse perfettamente secco, ed il vaso privo d'ogni sospetto d'umidità (1).

Non è peraltro il solo carbone, che possiede la facoltà di assorbire il gas idrogeno. Questo si combina col gas nitroso, ossia gas ossido di azoto, in un modo assai singolare, e forma l'aria atmosferica, come osservò Priestley; e Link, i quali viddero, che lasciando per qualche tempo al contatto dell'acqua una mescolanza di gas idrogeno, e di gas nitroso, il primo perde affatto la sua proprietà combustibile. Il Girtanner, che voleva, come vedemmo, essere l'azoto un composto d'idrogeno, o di ossigeno, trovava assai acconcio al suo scopo questo fenomeno (2). Non vi è per altro un assorbimento maggiore di gas idrogeno di quello, che si fa del gas muriatico ossigenato. Cruickshanks (3) ci assicura, che avendo egli unito una misura di gas idrogeno, con due misure di gas acido muriatico ossigenato in una bottiglia tenuta ben chiusa per lo spazio di ore 24, trovò che si era fatto quasi un totale assorbimento, senza che si sentisse alcun odore di acido muriatico.

L'assorbimento che si fa di questo gas al contatto di varie sostanze, e per lo mezzo della combustione ha dato motivo ai fisici per servirsene utilmente per la misura dei gradi

(1) Sur l'absorption de plusieurs gas par le charbon de bois parfaitement éteint Ann. de Chim. V. 32. p. 13. 14. 16.

(2) Memoire dans la quelle on examine si l'azote est un corp simple, ou composé: Ann. de Chim. V. 34. p. 19.

(3) Biblioteca Britannica. N. 140.

della salubrità dell'aria, o sia per la formazione degli eudiometri. L'opinione generalmente ricevuta fino dal momento che essi convennero, che l'aria fosse un composto di gas azoto, e di gas ossigeno, era che la salubrità dell'aria atmosferica dipendeva dalla maggiore o minor quantità di gas ossigeno in essa contenuto. Perlochè tutti i mezzi furono diretti a conoscere in vari luoghi, e tempi, dell'anno le proporzioni con le quali questi due gas trovavansi combinati nell'aria comune. Fra le quattro specie di eudiometri proposti dai dotti quello del Volta è a gas idrogeno. Il metodo da questo insigne fisico adoprato, fu d'introdurre in un tubo graduato una mescolanza di gas idrogeno, e di aria atmosferica, e di accenderla con la scintilla elettrica, giudicandosi dal residuo della combustione, e dell'assorbimento dell'acqua la quantità di gas ossigeno contenuto in un dato volume di aria. Sebbene siasi voluto a questo eudiometro, sostituire quello di Berthollet per lo mezzo della combustione del fosforo, o quello antico di Priestley, e di Fontana a gas nitroso, corretto ora dai metodi di Dalton, e di Davy e perfezionato per quanto si può da Marty; pure dopo il più rigoroso esame fatto di Gay-Lussac, e da Humboldt si è trovato essere il migliore, comechè quello, che presenta la maggior precisione di ogni altro. Il metodo di Humboldt essendo assai semplice, e comodo, noi l'esporremo brevemente come trovasi nella sua memoria (1). Prendasi due volumi egua-

(1) *Journal de Physique*, V. 60. p. 123.

li di aria da esaminarsi, e di gas idrogeno, e se ne faccia la combustione colla scintilla elettrica in un vaso graduato. Si noti la diminuzione del volume dopo la combustione, e dopo che il vaso è raffreddato: la quantità della diminuzione si divida per tre, ed il quoziente indicherà il numero delle misure di gas ossigeno, che era nell'aria atmosferica, che si voleva saggiare. Infatti da un gran numero di esperienze fatte in diversi tempi dell'anno sopra 200 misure di aria atmosferica, con un volume eguale di gas idrogeno si ebbe sempre la diminuzione di 126 misure, le quali divise per tre danno per quoziente 42, dal che rilevasi che 200 misure di aria comune contengono 42 di gas ossigeno, 100 non ne contengono che 21, come ancora vien dimostrato dalla chimica analisi. Osserva per altro opportunamente il Brugnatelli (1) che un perfetto eudiometro non si conosce ancora; giacchè sebbene quello di Volta sia eccellente per determinare la quantità di gas ossigeno contenuta in un dato volume di aria, non ostante non lascia di avere le sue grandi imperfezioni. Poichè egli è molto difficile di aver sempre il gas idrogeno della stessa identica purezza, per quindi farne esattamente i confronti dai risultati nelle esperienze. Oltre di che nell'aria atmosferica ritrovasi ancora più o meno del gas acido carbonico, e tal volta del gas idrogeno carbonato, come nelle paludi. Finalmente perchè a diverse temperature, e pressioni

(1) Elem. de Chim. V. 1. p. 301.

dell'atmosfera lo stesso gas è sottoposto a differenti gradi di dilatazione; laonde le misure adoperate negli esperimenti non possono esser sempre di una perfetta eguaglianza.

Osservando ora il gas idrogeno sotto i rapporti medesimi, con i quali abbiamo considerato gli altri gas, non troviamo in esso segno alcuno di acidità, esponendolo all'azione dell'acqua di calce, come ancora a quella della tintura azzurra vegetabile. Fu ancora questo gas collocato da alcuni fisici nel numero di quelli da loro nominati soffocanti, perchè un animale in esso immerso muore, ed un lume si estingue. Su di ciò conviene osservare primieramente, che sebbene un lume immerso in un vaso di gas idrogeno si estingua, pure passando per quella linea, o strato in cui il gas trovasi al contatto dell'aria atmosferica, subito si accende, lo che non avviene se manca questo contatto. Deve ciò necessariamente accadere, poichè come si è già osservato, non vi può esser giammai combustione senza la presenza del gas ossigeno, il quale in questo caso viene presentato al contatto dell'aria comune.

In fatti se si fa uso della pistola del Volta caricata col solo gas idrogeno, non si avrà mai detonazione per la scintilla elettrica; ma se col semplice soffio s'introdurrà nella pistola una discreta quantità di aria atmosferica, si avrà subito la combustione del gas idrogeno con detonazione. Questa combustione idrogena fatta alla superficie dell'aria atmosferica si vedrà lentamente, e come quasi strato per istrato se in un lungo tubo di

vetro se ne farà l'esperimento. La necessità del gas ossigeno sarà assai più sensibile se il medesimo si sostituisce all'aria comune, sia che la mescolanza dei due gas si faccia nella pistola del Volta, sia che la medesima si eseguisca in un adattato recipiente, e quindi se ne sperimenti la combustione nell'acqua di sapone nella quale per la massima forza della detonazione si vede sino a qual segno giunga l'influenza del gas ossigeno nella combustione dell'idrogeno.

Riguardo poi alla proprietà di essere è soffocante, e nemica della vita animale, ciò non dipende già da una sua intrinseca velenosa natura, ma bensì dal non essere egli un fluido capace da eseguire nel polmone quelle funzioni, per le quali soltanto è adattato il fluido atmosferico. Gli animali dunque immersi nel gas idrogeno muojono come un lume si estingue quando gli vien tolto il pabolo della combustione. Così Gilby, e Beddoes viddero perire un topo, ed un coniglio in pochi minuti, e noi ne ripetiamo l'esperienza, con i volatili, i quali in proporzione della loro forza muscolare, e della rapidità della respirazione in varj diversi tempi muojono immersi che siano in questo gas del tutto incapace di mantenere la funzione della respirazione. Persuasi i fisici di questa verità, e della non velenosa natura del gas idrogeno, vollero sopra di se medesimi farne l'esperimento. Schéele osservò che egli poteva fare 20 ispirazioni nel gas idrogeno senza inconveniente alcuno (1). Fontana ripeté questa esperien-

(1) De l'air, et du feu p. 60.

za, e non potè sostenere che tre sole ispirazioni non senza qualche senso di debolezza, e di dolore al petto, dal che dedusse, che Schéele non aveva intieramente vuotato il polmone dall'aria atmosferica allora che fece il suo tentativo (1). Lo stesso avvenne a Watt, ed a Davy, il quale non potè neppure per un mezzo minuto respirare il gas idrogeno senza la sensazione di debolezza nella forza muscolare, e di vertigini al capo. Il più coraggioso di tutti gli sperimentatori fu Pilatre de Rozier assai celebre per altre luminose prove date del suo ardire nel cimento delle fisiche sperienze. Respirò egli sei o sette volte del gas idrogeno raccolto in una vescica, e per provare che realmente egli non aveva ispirato che questo gas, lo espirò lentamente per un piccolo tubo all'estremità del quale accostò un lume. Il gas si accese, e continuò a bruciare per qualche tempo. Volendo poi dimostrare, che non vi era nel gas da lui sperimentato parte alcuna d'aria atmosferica, compose una miscela di nove parti di gas idrogeno con una d'aria comune espirandola come prima; ma nel momento che accostò il lume a questa mescolanza di gas, si fece una sì forte detonazione nella sua bocca di maniera che pensò, che se li fossero strappati tutti i denti.

Oltre alla combustibilità distinguesi ancora il gas idrogeno per la sua grandissima leggerezza, non essendosi fino ad ora trovato fra tutti i fluidi aeriformi il più leggero di lui. I

(1) *Journal de Phys.* V. 15. p. 99.

pareri dei fisici sono tutt' ora discordi sulla sua gravità specifica , e questa differenza d'opinioni sembra che debba nascere dalla diversità dei gas adoperati ; poichè è sommamente indifficile ad aversi della medesima identica natura . Epilogando non pertanto le osservazioni di Kirvan , (1) Fourcroy , Lavoisier (2) Vauquelin , e Seguin (3) si può stabilire prossimamente che il peso dell' aria atmosferica sta a quello del gas idrogeno come 12 a 1. Della singolare leggerezza di questo gas se ne potrà avere una fisica esperienza , sia riempiendone delle bolle di sapone , le quali tosto s' innalzano alla più alta regione dell' atmosfera a norma della loro gravità specifica , sia con esporlo in un vaso aperto , dal quale viene costretto a sortire per dar luogo all' aria atmosferica più grave di lui. Vogliono alcuni che l' esperimento delle bolle di sapone fatto in Londra da Tiberio Cavallo abbia dato motivo all' invenzione dei globi areostatici , la costruzione dei quali , e già così comune , di modo che possiamo agevolmente dispensarcene in questo saggio. Egli è frattanto certo , che fino ad ora da questa invenzione non si sono ottenuti tutti quei vantaggi , che da principio ci facevano sperare i fisici ; che anzi non troviamo in essa che un puro spettacolo popolare , e quasi un mestiere da ciarlatano . I ripetuti voli di Lunardi , Garnerin , di Madama Blancard , di Lunardi , di Zambeccari , e dei Gerli di Mi-

(1) *De Phlogistique* .

(2) *Elem. de Chim. Appendic.*

(3) *Ann. de Chim.* V. 9. p. 294.

lano, e di Giard, non hanno fatto avanzare di un sol passo la fisica, la quale se qualche cosa poteva sperare, unicamente lo doveva a Gay-Lussac, se questo dotto sperimentatore avesse proseguito con nuovi viaggi aereostatici la serie delle sue interessantissime scoperte. L'osservazioni astronomiche fatte in un cielo più sereno, le variazioni del barometro, come ancora quelle del termometro, e dell'igrometro proporzionali alle differenze delle colonne aeree, ed all'altezze, la rettificazione delle carte geografiche, ed infiniti altri vantaggi, che si proclamavano nelle accademie, e nelle scuole trovansi ora ridotti ad un puerile trastullo, appena capace di popolare gli anfiteatri nei giorni di letizia, e di festa. Allora quando Beniamino Franklin fu interrogato cosa egli ne pensava della scoperta di Mongolfier, rispose che ella era come un fanciullo in fasce, il quale poteva morire nella culla, o divenire gigante. Egli però non è già morto; ma giace ancora nella stessa culla, di dove non vi è lusinga, che ne sorta per lungo tempo, e forse per sempre.

Molti Fisici, e singolarmente il Brisson (1) dalla leggerezza del gas idrogeno hanno preso motivo per ispiegare alcune meteori luminose, ed ancora la cagione delle piogge estive. Essendo già l'acqua un composto d'idrogeno, e di ossigeno, immaginano essi, che inalzandosi l'idrogeno fino all'alte regioni dell'atmosfera, si combina con l'ossigeno, e quin-

(1) *Trait. Elem. de Phys.* V. 3.

di con la scintilla elettrica si accenda, dal che producesi il lampo, il tuono, e la pioggia, e tanto più facilmente se ne persuadono, perchè sovente vedesi nella burrasca, che dopo il tuono cadono piogge dirottissime. Lo stesso dicasi delle aurore boreali, che si fanno nascere dal Dandolo del gas idrogeno delle colonne equatoriali, che si gettano sulle colonne polari, dove acceso dall'elettricità, tranquillamente al contatto dell'aria atmosferica produce l'acqua, che poi cade in copiosi fiocchi di neve. Queste non sono certamente che plausibili congetture, le quali partendosi da' fatti reali, sono nel loro corso alterati dalla immaginazione, la quale troppo spesso ama creare, e produrre sistemi. Non vi è dubbio certamente, che dalla terra di continuo s'inalzi del gas idrogeno, e singolarmente in alcune stagioni dell'anno, ed in certe latitudini terrestri; egl'è ancora molto probabile, che il medesimo abbia una gran parte nelle meteori acquose, ed enfatiche; ma è altresì vero come osserva ancora Chaptal (1) che questo gas inalzandosi nell'aria si combina con altri corpi in essa nuotanti, come ancora è verissimo, che Gay-Lussac (2) ne' suoi viaggi areostatici non trovò nelle più grandi altezze neppure un atomo sensibile di gas idrogeno libero nell'atmosfera sospeso.

Dopo essersi esposto qual sia la parte, che il gas idrogeno prende nella funzione della respirazione, con probabile ragione possiamo

(1) Mem di Chim. V. 1. p. 94

(2) Bouillion la Grang. Man. de Chim. V. 1. p. 182.

credere, che il medesimo considerato nello stato aeriforme non abbia rapporto alcuno coll'animale economia, sebbene lo abbia efficacissimo in istato liquido combinato coll'ossigeno nel formare l'acqua. Per questa ragione non troviamo che i fisici siansi occupati a fare delle osservazioni sull'uso medico del gas idrogeno come hanno fatto degli altri gas sino ad ora da noi esaminati. Troviamo soltanto degno di considerazione un fatto riportato da Beckeriem (1). Avendo osservato il Foster (2), che la luce emessa dalle lucciole era sì forte, e sì continua nel gas ossigeno, per modo che si potevano colle medesime leggerne i più minuti caratteri, intraprese un gran numero di esperienze sopra differenti gas per vedere quali fossero gli effetti risultanti dalla dimora delle lucciole in essi immerse. Notò primieramente che all'eccezione del gas acido nitrico, e dei gas acido muriatico, e solforoso, negli altri vivevano lungo tempo senza punto diminuire l'emissione della luce, e nel gas idrogeno singolarmente il quale di più dopo il soggiorno di questi vermi luminosi prendeva la proprietà di essere detonante, mentre gli altri acquistavano una natura meno sufocante, e più facile alla combustione. Dal che sembra facilmente potersi congetturare, che le lucciole abbiano la facoltà di emettere nella loro respirazione, o traspirazione del gas ossigeno.

(1) Essais d'observations sur la lumière des vers luisans, et ce qu'on y remarque dans différens gas. Ann. de Chim. V. 4. p. 20.

(2) Magas. de Gotti, Par. 2. An. 1788. p. 251.

Pochissime sono le osservazioni dell'influenza del gas idrogeno sulla vegetazione delle piante, mentre sappiamo che l'idrogeno forma uno dei loro materiali somministratoli di continuo come si è già detto dall'acqua. Sembra che i vegetabili nello stato di vita tenacemente trattengano questa sostanza, e che non la rendano in forma elastica se non nella fermentazione, o sotto l'azione di una enorme quantità di calorico, come nella distillazione, o singolarmente nell'esperienza del Termolampo, sul quale per la pubblica istruzione, ed utilità siaci permesso una breve digressione.

Fino dal 1799 l'ingegnere Francese Le Bon fece pubblica mostra a Parigi di alcune esperienze in piccolo sulla combustione del legno in vaso chiuso, e diede il nome di termolampo all'apparato dal quale si separa il gas idrogeno, perchè si ha da esso luce, e calore. Per alcuni anni non fu fatta alcuna applicazione di questa scoperta alle arti, ed ai comodi della pubblica economia, ma in Londra Murdoch dopo aver perfezionata l'invenzione di Le Bon, l'applicò felicemente alla gran fabbrica di filatura dei Sigg. Filips, e Ley in Manchester, dove per mezzo del gas idrogeno fu supplito al consumo di 8000 candele, che venivano ogni giorno impiegate in detta fabbrica. Ancora una parte della città di Londra ammirò il vantaggio di questa felice applicazione quando nel 1810 per opera del Sig. Windsor furono stabilite delle lampade a gas idrogeno per illuminare le strade. In seguito si è voluto far uso di questo stesso mezzo per illumi-

nare le sale dei teatri, e degli appartamenti, come ancora per l'uso delle cucine, e delle stufe, e ciò non solamente per la comodità quanto ancora per la grande economia del combustibile, ma giammai con esito felice; poichè si è trovato sempre una grande difficoltà a liberarsi dal vapore inesistito, che di continuo accompagna il gas idrogeno carbonato, ed a dare alla fiamma quella chiarezza, che hanno i lumi ordinarij. Tutti i fisici per lo mezzo dei giornali avevano assicurato che era assolutamente impossibile di purificare il gas estratto dal legno, e dare alla sua fiamma la chiarezza della luce, e così sembrava che abbandonar si dovesse l'uso economico di questa scoperta. Frattanto i Sigg. Sobolewsky e Horrer in Pietroburgo, si occupavano a togliere dalla fiamma di questo gas il colore azzurro, ed il disgustoso odore che l'accompagna. Finalmente ora sono giunti perfettamente al loro scopo, facendolo passare per un gran recipiente di acqua, e raccogliendolo in un serbatoio, di dove si parte col mezzo di tubi conduttori per l'effetto che si desidera. Riguardando il termolampo nel punto di veduta economico, noi abbiamo dalle ultime, e più accurate esperienze (1) che 2,133 metri cubici ossia 7 piedi cubici Inglesi danno 50000 piedi cubici di gas, il quale basta ad alimentare 5000 lumi per cinque ore, che il legno ridotto in carbone dopo lo sviluppo del gas idrogeno dà 27/4 libbre di carbone purissimo,

(1) Bibl. Brit. N. 389. Scien. et Ar. p. 259. mois de Mars 1812.

che l'acido piro-legnoso è di 70 secchi, il quale purificato con i chimici processi riducesi a 50 secchi di perfettissimo aceto; e che finalmente il godrone che si raccoglie è di 700 libbre di 12 oncie. Per conciliare questi edotti del termolampo col peso della legna impiegata alla sua formazione bisogna non obliare i rapporti molto diversi, che hanno i legni resinosi del Nord col loro peso, e si vedrà, che questi risultati non sono fuori della verosimiglianza come a prima vista sembrerebbero ad alcuno.

Riguardo ora ai rapporti del gas idrogeno con la vegetazione, rileviamo dall'esperienze d'Ingen-housz, (1) che poste alcune piante sotto una campana ripiena di questo gas trovasi dopo qualche tempo cangiato in gas acido carbonico, come avviene all'aria comune, ed allo stesso gas ossigeno. Ed Eiof (2), sostituendo alle piante alcuni semi, fra i quali quelli di crescione, trovò che i medesimi prendevano un pallido colore, si coprivano di una tenue mucillagine, rendendosi del tutto incapaci alla germinazione; lo che non avveniva ogni qual volta si fosse mescolata al gas idrogeno dell'aria atmosferica.

Finalmente, per nulla obliare di quanto i fisici hanno saputo immaginare sull'uso di questo gas, dobbiamo qui rammentare le lucerne filosofiche di Poliniere, e di Furstenberger, come ancora quelle di Brander e di Ehrman, nelle quali associasi l'elettricità al gas idrogeno

(1) *Experiences sur les vegetaux.*

(2) *Journal de Chimie de Klaprot et de Gehlen.*

con massima facilità, ed eleganza di apparati. Ancora nei piacevoli fuochi di artificio per opera di Diller dimostratore di fisica all'Aja si fa servire questo gas, i quali non tanto si rendono brillanti per le diverse forme che si danno ai tubi dai quali sorte il fluido aeriforme, quanto per la diversità dei colori che prende il medesimo combinato con altri gas.

Questi quantunque estratti colla massima diligenza pure sempre seco trasportano delle molecole dalla base dalla quale furono tolti. Lo stesso gas idrogeno estratto dall'acqua dà una fiamma bianca; ma mescolato col gas acido carbonico dà una fiamma azzurra, e col gas nitroso una fiamma di color verde.

A questa classe di fisica piacevole, e divertente appartiene ancora l'*armonica chimica*. Ogni qualvolta si dirige uno zampillo di gas idrogeno acceso entro uno o più tubi cilindrici di vetro di differente diametro si ascolterà un suono molto simile all'armonica. Cessa questo suono dal momento che le pareti del tubo sono umettate dall'acqua formata dalla combustione dell'idrogeno coll'ossigeno dell'aria. Ha creduto il Morelli che il suono di quest'armonica nasca dalla mancanza di equilibrio fra l'aria esterna, e quella del tubo; non ostante resta a sapersi per qual ragione lo stesso suono non producesi qualora al gas idrogeno si sostituisce l'etere, e lo zolfo accesi.

Tutti i gas , e le sostanze , che ordinariamente trovansi combinate , e sparse in quel fluido aeriforme , che la nostra terra circonda sono state esaminate . Egli è tempo che ci occupiamo del medesimo direttamente . Quella massa di fluido trasparente , che da un polo all' altro il nostro Pianeta inviluppa ; che inuovesi con esso attorno al sole nello spazio dell' Universo ; che si agita in varie guise ; che ora ci lascia vedere a ciel sereno l' Astro del giorno , e le stelle , ed ora li nasconde , ed oscura ; che col peso della sua massa forma una potenza fisica , sotto cui tutti i corpi restano compressi ; che come un' Oceano nel suo seno riceve tutto quello , che dalla terrestre superficie sollevasi , in cui a vicenda gli esseri organizzati si distruggono , e si riproducono , ed infinite chimiche combinazioni si operano continuamente ; quella massa infine , che ci sovrasta , ed in cui viviamo aria atmosferica appellasi . Gli antichi filosofi fino ai tempi di Galileo non considerarono quest' aria , che come uno dei quattro elementi della natura collocandola fra il fuoco , e l' acqua , e per molti secoli l' uomo filosofo al pari che il volgare più idiota visse nel suo elemento come i bruti senza esaminarne le proprietà , e la composizione . Dall' epoca in cui pel fenomeno della tromba del giardino mediceo si pose in fuga l' orrore della natura dal vacuo , e che l' atmosfera fu dimostrata essere un corpo pesante si passò dagli Accademici del Cimento ad esa-

minarne la densità, la dilatabilità, i suoi rapporti con la luce, il peso barometrico, lo stato vaporoso, e la sua elettricità; ma non ancora i chimici l'avevano sottoposta al loro impero. Da che questi alzarono il velo, che nascondeva i fluidi aeriformi, si fondò quasi una nuova scienza, alla quale debbonsi quei rapidi progressi delle naturali cognizioni, che noi abbiamo acquistato nel breve spazio di soli 50 anni.

Siccome il nostro scopo in questo saggio di pubblica istruzione è stato unicamente quello di dare una completa notizia dell'aria atmosferica per i rapporti che ella ha con la fisica pneumatica; così noi, non tralasciando di esporre brevemente le sue meccaniche proprietà, ci tratteremo sulle proprietà chimiche con una qualche maggiore estensione. Divideremo dunque quest'articolo in tre parti, trattando nella prima delle fisiche proprietà dell'aria atmosferica, nella seconda delle sue proprietà chimiche, e nella terza esporremo i rapporti che la medesima ha con la fisica animale, mettendo così fine al nostro qualunque siasi lavoro.

Delle proprietà fisiche dell'Aria Atmosferica.

Il primo fenomeno che troviamo registrato nella storia della fisica, da che fu l'aria atmosferica considerata come un corpo, è quello dell'inalzamento dell'acqua fino a 32 piedi in una tromba in cui siasi fatto il vuoto. Esistò il Galileo nel darne la spiegazione, non si sa se per tema di urtare contro le scolastiche

opinioni, di cui a ragione ne temeva l'impero, o perchè non ancora l'animo suo era del tutto sgombrato di peripatetica ruggine; ma il Torricelli suo degno allievo tolse il dubbio, e sostituendo il mercurio all'acqua, vide che quello inalzavasi a 28 pollici come questa a 32 piedi, a norma delle loro specifiche gravità, e così vittoriosamente ne trovò la causa nel peso dell'aria atmosferica. Trovata dunque falsa l'opinione aristotelica della leggerezza assoluta dell'aria, fu questa considerata come una massa pesante sulla superficie terrestre, la quale a diverse altezze e pressioni diversamente doveva modificare i suoi effetti. Infatti Pascal, e Perrier con esperienze comparative fatte sull'alta montagna di Auvergne detta Puy-de Dôme trovarono che la pressione dell'aria era maggiore, o minore secondo che la colonna atmosferica era più lunga, o più breve. Ed ecco donde trasse origine il barometro, e per esso nacquero tante utilissime applicazioni alla metereologia, alla fisica animale, ed alla misura delle altezze, ora ridotta con la celebre formola di Laplace alla sua ultima esattezza. Dall'osservazione costante dell'innalzamento del mercurio a 28 pollici, e per conseguenza del peso corrispondente di una colonna atmosferica di egual base, con cui il mercurio si pone in equilibrio, ne nacque l'idea di calcolare il peso intero dell'atmosfera, il quale ritrovasi essere di 5, 395, 756, 941, 947, 956, 364, kilogrammi (a).

(a) Suppongasi che l'altezza media del Barometro sia 760 millimetri, sia R il raggio della terra considerata di figura sferica, e

Questa quantità del peso della massa atmosferica può certamente influire nella cognizione di quelle parti, di cui essa è composta; come faremo avvertire allora quando tratteremo delle sue parti costituenti, e vedremo come la medesima prenda parte nelle chimiche proprietà dell'intera massa.

Questo peso che gravita sulla superficie della terra preme di continuo sulla macchina animale dell'uomo, la quale con la sua superficie forma la base di una colonna atmosferica. Prendendo un uomo di mediocre statura, e valutata la sua superficie a poco più di 14. piedi quadrati, si trova che, prendendo il peso di un piede cubico di acqua eguale a 70. libbre, e calcolando sopra ciascun piede quadrato una colonna d'aria del peso di 32. piedi cubici di acqua, il peso totale che preme sulla superficie del corpo è di 33600.

L'altezza del mercurio nel Barometro, p il rapporto del diametro alla circonferenza. Per la geometria si ha la solidità della sfera terrestre essere $\frac{4pR^3}{3}$. Ora aggiungendo al raggio terrestre l'altezza del

mercurio nel barometro, R diverrà $R+r$, e così la massa della terra con quella dell'atmosfera sarà $\frac{4p(R+r)^3}{3}$, dalla quale tolta

la solidità della terra, si avrà una sfera cava, che la circonda, o sia la massa dell'atmosfera, cioè $\frac{4p(R+r)^3}{3} - \frac{4pR^3}{3} =$
 $= \frac{4p}{3} (3R^2r + 3Rr^2 + r^3) = 4p(R^2r + Rr^2 + \frac{r^3}{3})$. Giacchè

Fernulli ha calcolato questa pressione a 61,687,360,000,000,000 libbre; e Sigaud de la Fonde a 14,253,999,956,800,000,000 libbre, il qual valore più si approssima al nostro.

libbre *Ecco*, dice Haüy, (1) *il peso del quale erano caricati gli antichi filosofi quando seriamente negavano il peso dell'aria*. Questo enorme peso dovrebbe certamente schiacciare la macchina umana, se non fosse di continuo bilanciato dalla reazione delle pressioni contrarie, e da quella dei fluidi elastici rinchiusi nelle interne cavità della medesima. Se questo equilibrio si perde, immediatamente se ne sentono gli effetti, e se ne sperimentano le disgustose conseguenze. Il Saussure (2) essendo salito a grandi altezze sulle Alpi racconta di aver sofferto un'estrema fatica, una impotenza assoluta a più camminare, un'assopimento involontario, un'angoscia nella respirazione, il polso frequente, e l'emosi. Quest'incomodi sintomi nello stato nostro ordinario di pressione non provansi; poichè la nostra respirazione si fa con una determinata quantità d'aria in un dato tempo proporzionale alle nostre forze, e meccanica costituzione. Egli è pur vero, che l'aria in cui viviamo è sottoposta a delle continue variazioni di temperatura, e di densità; ma le medesime sono per noi quasi insensibili, poichè si fanno fra certi limiti pochissimo estesi, e con tal successiva lentezza, di maniera che i nostri sensi non ne restano che poco percossi. Noi dunque invece di temer l'enorme peso che gravita sulla superficie del nostro corpo, dobbiamo anzi all'equilibrio delle forze prementi l'esercizio salutare di tutte

(1) *Traité de Phys.* V. 1.

(2) *Voyages dans les Alpes* n. 259.

le funzioni animali, ed il nostro stato di salute. — *Senza la pressione dell'atmosfera, (dice Lavoisier), noi non avremmo un liquido costante, non si vedrebbero corpi in questo stato, che nel momento preciso, in cui si fondono, il minimo aumento di calorico che ricevessero di poi ne allontanerebbe sul fatto, e ne disperderebbe le parti. Di più senza la pressione dell'atmosfera non si avrebbero, propriamente parlando, i fluidi.*

Questa verità infatti si palesa chiaramente nella evaporazione fatta nel vuoto, e nelle alte montagne assai più rapidamente, che nei luoghi bassi, ed alle rive del mare; come ancora nei fisici gabinetti per mezzo dell'esperienze, come sono quelle di sostenere un dato volume di acqua con la pressione dal basso in alto, o con un tubo di vetro alto più di 28. pollici, ed in parte ripieno di mercurio avente un'apertura laterale coperta di pelle, alla quale si fa un piccolo foro con una spilla, o finalmente coll'avvallamento di una pelle umida posta sopra di un vaso di cui si estrae l'aria in esso contenuta.

Volendo pertanto con precisione conoscere non già la massa intiera di questo fluido premente, ma una data quantità del medesimo sotto un determinato volume, si sono istituiti dai fisici molti esperimenti, dai quali risulta che il peso specifico dell'aria paragonato a quello di un egual volume di acqua è come 1 a 760. Alcuni hanno creduto che questo rapporto sia come 1 a 800. ma secondo le più accurate osservazioni di Thompson, e di Shuckurgh, es-

sendo il termometro fra $10.^{\circ}$ C. ed i $15.^{\circ}$, 55 C., il peso dell'aria è di 1225 milligrammi ogni piede cubico. Generalmente l'influenza di questo peso specifico non vien presa in considerazione; ma ella è molto valutabile nel caso che si voglia l'esattezza nell'esperienze.

In questa circostanza non bisogna perdere di vista che il peso specifico dei corpi diminuisce in proporzione della diminuita densità dell'aria. Ciò si palesa singolarmente nel vuoto pneumatico in cui, avendo immerso un pezzo di sughero obbligato da una piccola quantità di piombo a rimanere nel fondo di un vaso d'acqua, fatto il vuoto, parte dell'aria contenuta nel sughero passa a traverso dell'acqua, e parte dilatandosi nella sua sostanza, lo fa crescere di volume, ed in conseguenza lo solleva sull'acque per galleggiarvi. Se mancasse totalmente l'aria nei corpi, non vi sarebbe quest'aumento di volume ed allora crescendo la densità dell'aria diminuirebbe la quantità specifica dei corpi in essa immersi.

Questa massa di fluido, che abbiamo osservato così grave, e pesante, quantunque invisibile, deve come ogni altro corpo investita dal calorico dilatarsi, privato del medesimo addensarsi, e da una forza esterna comprimersi, come ogni altro fluido aeriforme. Se non che, avendo delle proprietà sue proprie risultanti forse dalle sostanze dalle quali è composta, deve ancora avere delle particolari leggi, cui viene sottoposta. I limiti di affinità

del calorico per l'aria atmosferica sono sino ad ora ignoti. Ma egli è certo che quanto più la pressione si diminuisce tanto maggiore è la quantità di calorico che si rende latente, e che partendo dai corpi vicini, s'impiega a diradare le basi dell'aria atmosferica. Se in fatti si colloca un termometro sotto la macchina pneumatica, si vedrà che la di lui temperatura si abbassa a proporzione che l'aria si dirada nel recipiente.

Questo interessante fenomeno ha dato al celebre Leslie professore di Edimburgo il mezzo di congelar l'acqua nel vuoto pneumatico, riunendo nel tempo stesso le due circostanze della soppressione dell'aria, e dell'assorbimento continuo del vapore acquoso procurato dall'acido solforico concentrato, ed al dotto professore Configliacchi di Pavia ha somministrato il metodo di congelare il mercurio senza adoperare nè neve, nè sali. (1) Egli è veramente degno di ammirazione il vedere, come la rarefazione dell'aria atmosferica da se sola possa giungere a produr quegli effetti, ai quali non si perviene neppure con le mescolanze frigorifere le più efficaci. Poichè sia che si prendano quattro parti di carbonato di potassa ben secco e cristallizzato con due di neve, sia che si adoperi la mescolanza di tre parti di muriato di calce con due di neve, non si producono al più che 63.° 75 C. di raffreddamento, mentre col metodo di Configliacchi partendosi dalla temperatura inizia-

(1) Bibliot. Britt. 1812. p. 128. Scien. et Art.

le di $21.^{\circ} 25$ C. si giunge a $51.^{\circ} 25$ sotto lo zero, cioè a $72.^{\circ} 50$ di raffreddamento, e ciò in meno di 15. minuti di tempo. Questa bella scoperta, come osserva il dotto Professore, fa riunire nel gabinetto del filosofo in pochi istanti il freddo di Krasnairk, e di Katari-nenbourg colla temperatura media dei tropici. Sarebbe molto desiderabile il sapere fino a qual grado di rarefazione in questo sperimento sia stata ridotta l'aria atmosferica per avere la congelazione del mercurio, e questa notizia servirebbe di complemento a quello che si potrebbe congetturare sull'eccessivo freddo considerato nelle sezioni più alte di una colonna d'aria dalla terrestre superficie.

Mussenbroek, e Mariotte hanno opinato che se l'aria che rade sulla terra fosse privata della pressione che soffre dai strati superiori, prenderebbe un volume 40000 maggiore, e Boyle dalle sperienze fatte colla macchina Pneumatica ha potuto dedurre, che l'aria compressa dal suo peso sulla superficie terrestre a quella che si può ottenere nel vuoto pneumatico è come 13679 ed 1. Senza riportarci ai risultati altrui si ha un facile metodo per conoscere il rapporto fra l'aria nello stato suo naturale, e quello della macchina pneumatica dopo un dato numero di elevazioni dello stantuffo, come ancora per determinare con precisione il numero dell'elevazioni di stantuffo per avere una rarefazione, che sia in una data ragione. (a)

(a) Sia P la massa d'aria contenuta in una campana della macchina pneumatica, e V la capacità di questa. Dopo la prima ele-

Hanno ancora gli osservatori cercato con somma industria in ogni tempo, dopo di avere tutti riconosciuto il calorico come causa della dilatazione dell'aria, qual fosse a ciascun grado di calorico termometrico la dilatazione corrispondente ad un determinato volume di aria, ma i risultati delle loro esperienze furono sempre differenti, e questa ricerca non fu che uno di quei molti problemi indeterminati in fisica. Non ostante dalle sperienze di Morveau (1) sembra dimostrato, che in generale l'aria tanto più è dilatabile da quantità eguali di calorico quanto più è dilatata, e più particolarmente possiamo riportarci a quanto recentemente è stato determinato da Gay-Lussac, (2) il quale prendendo il diaccio in fusione, e l'acqua bollente

valazione di stantuffo il residuo dell'aria della campana sia R , dopo la seconda elevazione il residuo sia nR , e così di seguito. Sia C la capacità della tromba, in cui si spande l'aria egualmente che nella campana ad ogni elevazione di stantuffo. Essendo chiaro che una stessa massa di aria ha la sua densità nella reciproca ragione dei volumi, si avrà dopo la prima elevazione di stantuffo

$$P : R :: C + V : V$$

$$R : nR :: C + V : V$$

$$nR : n^2R :: C + V : V$$

ec.

ed in generale $P : nR :: (C + V)^n : V^n$ cioè la prima massa d'aria è al residuo dopo un numero n di elevazioni di stantuffo, come la somma delle capacità della Campana, e della tromba elevata alla potenza espressa dal numero dell'elevazioni alla capacità della campana, elevata alla stessa potenza.

Se si domanda il numero di elevazioni di stantuffo per avere la rarefazione di aria in una data regione, per esempio come $a : b$, facendo x il numero cercato si avrà $a : b :: (C + V)^x : V^x$, e quindi $La : Lb :: xL(C + V) : xLV$, di dove risulta

$$x = \frac{La - Lb}{L(C + V) - LV}$$

(1) Ann. de Chim. V. 1. p. 165.

(2) Ann. de Chim. N. 128.

come gli estremi dei limiti, ha trovato che l'aria dilatasi ad ogni grado nel rapporto di 100 a 137,50.

Ridotta l'aria atmosferica al sommo grado di dilatazione, si può ricondurre allo stato primiero, ed ancora ad un volume minore di quello, che prima aveva, e ciò con la compressione. Tolto il calorico che la teneva nello stato di massima dissoluzione, ella ritorna allo stato ordinario, e quindi rinchiusa in un vaso, ed ivi compressa con un colpo violento; perde ancora un'altra porzione di calorico, che tiene in istato di aggregazione, il quale, rendendosi libero, inalza di temperatura un corpo combustibile, e lo dispone a quell'affinità per l'ossigeno, dalla quale ne nasce la combustione. Così comprimendo per lo mezzo dello stantuffo un volume di aria in un cilindro di ferro, o di cristallo, nel di cui fondo vi sia dell'esca, o qualche altro corpo combustibile, si sprigiona luce, e calorico, ed il corpo si accende. Questo è il noto acciarino ad aria compressa inventato da Dumotiez.

Si può questa compressione dell'aria esattamente misurare o col metodo di Mariotte, adoperando con tubo ricurvo, cui siavi annessa una scala graduata per conoscere come il suo volume diminuisca in ragion dei pesi comprimenti, o con altri modi, che sono alla portata di ognuno. Evvi però un certo limite nella compressione dell'aria, oltre il quale più non si verifica la regola generale della ragion diretta delle forze comprimenti. Questo limite è tuttora ignoto. Boyle ridusse l'aria alla

decimaterza parte del suo volume. Hales (1) dice di averla ridotta a 1838 volte minore, ed Amontons (2) ha calcolato, che la parte inferiore di una colonna di aria prolungata 19 leghe verso il centro della terra, avrebbe a questa profondità una densità uguale a quella dell'oro. Comunque siasi egli è certo, che noi non abbiamo alcun mezzo meccanico per condensare talmente l'aria in istato di composizione in cui ordinariamente ritrovasi da farla divenir liquida come l'acqua, o solida. Il calorico, che la tiene in dissoluzione, è talmente combinato con la sua base da non permettere altro avvicinamento delle sue molecole fuori di quello, che si può ottenere con lo sprigionamento di quella parte di calorico che trovasi unita per semplice aggregazione. Devesi certamente a questa porzione di calorico combinato la sua inalterabilità quantunque l'aria resti rinchiusa, e condensata in un vaso. Così Roberval potè custodire per lo spazio di 15 anni dell'aria condensata in un fucile a vento, dopo i quali il colpo fu così forte, come se lo avesse caricato allora.

È pertanto qui necessario avvertire con i migliori osservatori, che nel far l'esperienze è assai sovente necessario di ridurre l'aria atmosferica ad una data pressione, e specialmente nelle sperienze comparative. Poichè essendo la densità dei fluidi aeriformi proporzionale alle forze comprimenti, se il peso dell'atmosfera diminuisce, come l'indica il barometro, la

(1) *Statique des Veget.* p. 339.

(2) *Mem. de l'Accad.* an. 1703, p. 124.

densità diminuisce ancora . Laonde nell'atto di una esperienza, se si varia il barometro, il volume dell'aria dopo l'esperienza non è più quello, che sarebbe stato qualora nessun cambiamento barometrico fosse accaduto . Bisogna dunque che il medesimo sia ridotto a quello stato in cui prima era . A tale effetto si propone dai fisici la regola di *moltiplicare il volume ottenuto per l'elevazione attuale del barometro, e dividere questo prodotto per l'elevazione che aveva il barometro al principio dell'esperienza* . (a)

Mentre così l'aria si dilata, e si restringe, ora assorbendo del calorico, ed ora rendendolo libero, presenta continuamente una tendenza a riprendere il suo stato ordinario . Questa tendenza è quella proprietà dell'aria, che dicesi elasticità . Gli effetti prodigiosi, e terribili, che noi vediamo nell'esperienze della detonazione, nella compressione, e nella rarefazione di un dato volume d'aria debbonsi tutti a quella forza di tendenza che ha l'aria di riprendere il suo stato primiero, e di mettersi in equilibrio con la massa di aria libera a quella temperatura, e pressione in cui ella ritrovasi . Prima che conosciuta fosse l'influenza del calorico nella formazione dei fluidi elastici cercarono i fisici fra le ipotesi la causa

(a) Essendo i volumi dell'aria nella ragione inversa della forza comprimente, sia m l'altezza del barometro al principio dell'esperienza, ed n la sua altezza alla fine della medesima, v il volume dell'aria all'altezza n , ed x il volume all'altezza m . Si avrà per

l'antecedente principio $n:m::x:v$, e quindi $x = \frac{n v}{m}$.

della elasticità. Alcuni crederono trovarla nella forza repulsiva fra le sue elementari molecole, altri vollero chiamare l'elettricità in soccorso delle loro teorie, e generalmente i più grandi fisici confusero le parti costituenti dell'aria atmosferica con la di lei massa nello stato di composizione. Così si pronunziarono Boërahave (1), ed Hales (2), e tutti coloro che ne adottarono ciecamente le opinioni. Essendosi ben comprese le nozioni sulla dilatazione, e compressione del fluido atmosferico, quelle che appartengono alla elasticità non abbisognano di maggiore spiegazione; laonde chiaramente si vede perchè l'elasticità dell'aria debba sempre essere proporzionale alla forza comprimente, come ancora alla sua densità; e perchè i corpi ripieni di aria compressa tendino sempre a riprendere le loro primiere figure, ed a superare la causa che a tale effetto si oppone.

Finalmente tutti i particolari fenomeni, nei quali la molla dell'aria spiega la sua forza si comprendono con egual facilità. Di tal sorta sono quelli dei sifoni, delle fontane intermitenti, dell'imbuto magico, dei bicchieri a diabete, delle trombe aspiranti, e prementi, e dell'Ariete Idraulico, la di cui teoria è stata con tanta profondità di dottrina esposta dal chiarissimo Professore Cavaliere Brunacci (3). Così ancora per la elasticità dell'aria si spiegano il volo degli uccelli, che con le ali percuotendo l'aria in essa s'inalzano, e si abbas-

(1) *Flom. de Chim* V 4.

(2) *Statiq. des Veget.* p. 184.

(3) *Trattato dell'Ariete Idraulico* Milano 1810.

sano, il nuoto dei pesci nell'acqua, i quali componendo il moto della coda con l'azione delle vescichette di aria che dilatano, e restringono secondo il bisogno si portano ovunque loro piace; e così ancora la ragione ritrovasi per ispiegare la causa per cui un' uomo, o un' animale qualunque annegato si presenta già cadavere dopo alcuni giorni alla superficie dell'acqua, e di poi cade nel fondo, per quindi di nuovo portarsi sull'acqua.

Prima di passare all'esame chimico dell'aria atmosferica crediamo non inutile di fare un'osservazione sulla sua invisibilità. Essendo ella interposta fra gli oggetti a noi vicini, la sua trasparenza è sì grande, che non altera sensibilmente gli oggetti, nè i fenomeni della visione; ma alle grandi distanze la luce si rifrange passando per l'aria, e viene assorbita; laonde vediamo gli oggetti dove realmente non sono allora che l'angolo di rifrazione è sensibile, e li vediamo con tanta minor quantità di luce quanto maggiore è la massa per cui passa. Le nuvole, e le nebbie rendono l'atmosfera, più, o meno opaca, ma ciò non nasce dalla massa dell'aria atmosferica considerata in se stessa. Quando il cielo è sereno, e che l'aria non contiene, che quelle sostanze puramente necessarie alla sua ordinaria costituzione sembra che il colore azzurro sia quello che l'appartenga caratteristicamente. Ma quale sarebbe il color dell'aria senza vapori, e senza quella gran quantità di corpi estranei, che di continuo per essa nuotano? Prima dei viaggi del Sig. de Saussurre sulle Alpi (1),

(1) *Voyages sur les Alpes*. V. 4 p. 25.

non vi era alcuna precisa notizia sul colore del cielo sopra la ordinaria regione delle nubi, nella quale fu convinto fino all'evidenza che l'aria è assolutamente senza colore, ed invisibile. Volendo egli esaminare il vario colore che prendeva l'atmosfera di mano in mano, che s'inoltrava sulle vette del Monte Bianco, compose uno strumento da lui chiamato Cianometro. Era questo formato da una zona circolare di carta divisa in parti eguali, ciascuna delle quali era tinta di un color bleu differentemente graduato, incominciando dal bleu cupo mescolato col nero fino al bleu chiarissimo mescolato col bianco. Osservò egli che il color bleu del cielo sereno diveniva sempre più chiaro a proporzione che i vapori mescolati coll'aria atmosferica erano più abbondanti, e che il colore del cielo corrispondeva ad una graduazione del suo cianometro più cupo di mano in mano che egli più si avanzava a maggiori altezze, e giunto alla massima elevazione, vidde il fondo del cielo quasi nero, e collocandosi all'ombra osservò nel pieno mezzogiorno il cielo stellato.

*Delle proprietà Chimiche dell'Aria
Atmosferica.*

Non sono che 38. anni che noi abbiamo cominciato a conoscere le parti costituenti dell'aria atmosferica, cioè da quell'epoca (1) in cui Priestley scoprì il gas ossigeno nell'

(1) Nel 1774.

aria comune. Il solo annunzio di questa scoperta bastò perchè in Germania, ed in Francia si replicassero con differenti metodi l'esperienza inglesi, e così Schéele con i solfuri liquidi, e col fosforo, e Lavoisier coll'ossido rosso di mercurio convennero che l'aria atmosferica era composta di due sostanze, una salubre e vitale, soffocante e micidiale l'altra. Non ancora era giunto il tempo, che dovesse eliminarsi dalla scienza il proteiforme flogisto, perlochè il Priestley divise l'aria atmosferica in due sostanze, una delle quali chiamò *aria desflogistica*, e questa è il gas ossigeno, e l'altra *Flogisto*, il quale non è che il gas azoto; ma Schéele che erasi servito del fuoco per il processo dell'aria, credè meglio chiamar l'aria desflogisticata *aria del fuoco*, ed *aria viziata* quella che flogisto fu nominato da Priestley.

In queste originali scoperte non considerarono i fisici l'aria atmosferica che nello stato di massima purità, o sia priva di tutte quelle sostanze, che nello stato suo ordinario trovansi in essa abundantemente ospitanti; ma noi, che ora consideriamo tutte le parti costituenti l'intera massa, non possiamo confondere il gas puro atmosferico con gli altri gas, e sostanze eterogenee, che vi sono combinate. Per la qual cosa, volendo con esattezza trattare delle chimiche proprietà del fluido atmosferico, esamineremo le sue combinazioni con i fluidi elastici, quindi passeremo a trattare delle sue affinità coll'acqua, e finalmente faremo qualche osservazione sulle al-

tre materie eterogenee, che ne alterano, e ne viziano la purczza.

Trattando del gas azoto abbiamo fin d'allora determinato con l'esperienza che il fluido puro atmosferico è composto di ossigeno, e di azoto tenuti in dissoluzione dal calorico. Si cerca ora sapere se queste due sostanze trovansi combinate con un'affinità chimica, ovvero di aggregazione. Quelli che opinarono con Lavoisier, che l'azoto non è che un meccanico agente della respirazione facilmente si persuadono che queste due sostanze non siano chimicamente composte. Ma se si stabilisce come criterio di qualunque chimica composizione la necessità di un reagente per aver l'analisi di una sostanza qualunque, egli è ancor necessario di ammettere, che l'ossigeno sia per chimica affinità combinato coll'azoto. Infatti senza l'intermezzo dei sulfuri di ferro, o di altri corpi che hanno affinità per l'ossigeno dell'atmosfera più che questo non l'abbia per l'azoto, non si ha decomposizione alcuna dell'aria, come non si ha precipitazione dell'ossigeno sia nell'acqua sia in altre sostanze acide senza l'azione della chimica affinità. E siccome l'idrogeno ossigenato forma un composto chimico chiamato acqua; così l'azoto ossigenato devesi aria pura atmosferica appellare, ed è per questa ragione che trattando del gas azoto, abbiamo distinto il gas atmosferico col nome di gas ossido di azoto al *minimum* di ossigenazione. Non ostante Dalton considera l'aria come una semplice mescolanza meccanica dei due gas, e

Thompson (1) opina ch' essi siano in istato di sola dissoluzione; ma generalmente tutti gli altri fisici convengono nella opinione di considerare l'aria atmosferica come un vero chimico composto.

Volendo pertanto i fisici, determinare le parti componenti di questo fluido non ebbero sempre dei concordi risultati. Ciò potrebbe essere facilmente derivato dalla diversità degli eudiometri impiegati, dalla differente qualità delle sostanze chimiche adoperate per l'assorbimento dell'ossigeno, dai differenti metodi giammai fra di loro regolati da una stessa norma, sebbene diretti allo stesso scopo, ed ancora dalle circostanze differenti di luogo, e di tempo, in cui l'aria atmosferica da esaminarsi fu presa.

Per fissare in qualche modo l'opinione più comune per una norma delle fisiche sperienze basterebbe prendere una media fra le quantità determinate da Humboldt, (2) e quelle di Shuckburg adottate ancora da Thompson. (3) Dopo le più mature considerazioni sopra i metodi eudiometrici Humboldt credè di dover dare la preminenza a quello di Volta, e propose che la proporzione del gas ossigeno, e del gas azoto nell'aria atmosferica debba esser fissata 0,21 di gas ossigeno, e 0,79 di gas azoto; ma Thompson preferisce la proporzione di 22, 91, a 77,09.

(1) *Système de Chim.* V. 6. p. 176.

(2) *Experiences sur les moyens eudiométriques, et sur la proportion des principes constituans de l'atmosphère.*

(3) *Système de Chim.* V. 6. p. 171.

Non tenendo conto delle piccole differenze si può stabilire che in 100. parti d'aria atmosferica vi sia un quarto di ossigeno, e tre quarti di azoto. Questa proporzione non è solamente quella che trovasi in ogni volume di aria; ma in ogni luogo della superficie terrestre, ed ancora nelle più grandi altezze. Humboldt dopo un numero grande di osservazioni fatte coll' eudiometro a gas nitroso paragonate con quelle d'Ingen-housz fatte nel mare a vari distanze dalla terra poco si allontanava dalla proporzione generica da noi proposta. (1) Berthollet avendo paragonato l'esperienza dell' eudiometro col solfuro alcolino, e col fosforo fatte al Cairo in Egitto, ed in Parigi trovò prossimamente eguali le proporzioni sì nell'uno che nell'altro luogo (2). Lo stesso paragone fece Beddoes fra l'aria di Londra, e quella delle coste di Guinea, e sempre collo stesso risultato. Finalmente Saussure il figlio saggiando l'aria da lui presa sul colle del Gigante coll' eudiometro a gas nitroso trovò che conteneva ad un solo centesimo di differenza la stessa quantità di gas ossigeno, che quelle del sottoposto piano, e Gay-Lussac avendo raccolto nel secondo suo viaggio aereostatico dell'aria all'altezza 6656. metri, e paragonatala con quelle della scuola Politecnica, dove dopo il suo ritorno ne fece l'analisi, trovò la medesima identità di composizione. (3)

(1) *Expériences sur les gas nitreux, et les combinaisons avec l'oxigène.* Ann. de Chim. V. 28. p. 174.

(2) *Observat. eudiométriques.* Ann. de Chim. V. 34. p. 81.

(3) *Relation d'un Voyage fait par M. Gay-Lussac le 29 Fructidor an. 12.*

Quest' affinità di composizione dei due gas componenti l'aria atmosferica non conviene certamente all'acqua, che in uno stato gassoso, ed invisibile in essa contiensì. La medesima si separa dalla massa dell'atmosfera, cade in pioggia, ed in rugiada, si raccoglie in nuvole, si forma in nebbia, e finalmente condensandosi in diaccio ed in neve, si precipita sulla terrestre superficie. Gl'igrometri, tutte le sostanze igrometriche, e singolarmente l'acido solforico ne dimostrano la sua esistenza ancora quando il cielo è sereno e l'atmosfera possiede la più perfetta trasparenza.

Sono pertanto ancora fra di loro divisi d'opinione i fisici sullo stato in cui l'acqua trovasi ospitante nell'atmosfera. Leroy (1), e con lui Hamilton, Haller, ed Hooke hanno dimostrato con una serie di esperienze imponenti che l'aria assorbe l'acqua conservando la sua trasparenza, lo che non avverrebbe se vi restasse sospesa per gravità specifica, e che questa facoltà di assorbire diminuisce a misura che l'aria si accosta al punto di saturazione, il qual punto siegue la legge delle differenze di temperatura come le soluzioni saline. Per lo contrario Dalton, e Thompson dimostrano che dal momento che l'acqua è convertita in vapore può rimanere in questo stato nell'aria senza che questa la disciolga. Se noi dovremmo deciderci fra sentimenti diversi di uomini così celebri, saremmo certamente inclinati per l'opinione di Thompson, e ciò per le seguenti ra-

(1) Monge. Sur la cause des principaux Phénomènes de la Météorologie. Ann. de Chim. V. 5. p. 3.

gioni. Primieramente allora quando l'acqua è al contatto dell'aria atmosferica si evapora, ed è dimostrato dall'esperienza che la perdita di un volume di acqua si fa assai più rapidamente sotto il vuoto pneumatico che all'aria libera. Ora diminuendo la massa dell'aria o sia la causa dissolvente dovrebbe diminuirsi l'effetto il quale per lo contrario si accresce. Dunque l'affinità dell'aria per l'acqua non sembra che possa esser la causa della sua dissoluzione. Questo fatto che accade sotto il vuoto della macchina per cui l'evaporazione si accresce a misura che la pressione diminuisce, ci rammenta l'esperienza del Saussurre sul colle del Gigante 3430 metri al di sopra del livello del mare, nella quale egli osservò, che l'acqua si evapora assai più sollecitamente nelle grandi altezze, che nei luoghi piani, e nelle valli (1); di modo che paragonata la densità dell'aria di Ginevra con quella del colle del Gigante, si trova che questa è 0,33 volte più rara di quella; e paragonata l'evaporazione fatta in tempi, e circostanze eguali in ambedue i luoghi, fu trovato che l'acqua evaporata sul colle a quella evaporata in Ginevra stava nel rapporto di 7 a 3; vale a dire che quantunque fosse diminuita la massa della causa dissolvente dell'acqua l'effetto era più del doppio maggiore.

In secondo luogo trattando del calorico abbiamo esposto assai chiaramente la comune, e generale idea sulla formazione dei vapori, i

(1) *Voyages dans les Alpes*. V. 4. p. 263.

quali non sono che acqua combinata col calorico ad una determinata temperatura al di là degli 80.° R. Se dunque non vi può essere evaporazione senza impiego di calorico, egli è naturale, che qualora questo manca di essere somministrato dal fuoco, si dovrà partire dai corpi vicini, i quali passeranno ad una temperatura più bassa, e fino alla congelazione, come dimostrarono Leslie, e Configliacchi. L'acqua dunque che alla massa atmosferica si unisce passa in essa per evaporazione, ed in vapori si sostiene senza che ne sia disciolta.

Finalmente lo stesso Leroy, ed ancora Monge, per dimostrare che l'aria sia un vero dissolvente dell'acqua non propongono che quelle medesime ragioni con le quali tutta la teoria dell'evaporazione, e dei vapori si spiega. Laonde la loro opinione si potrebbe facilmente conciliare con quella di Dalton, se i fisici convenissero con più precise idee sulla forma che prendono le molecole dell'acqua allora che trovansi sparse nella massa atmosferica, e del modo con cui il gas acquoso combinasi col gas atmosferico.

Ma sia che l'acqua trovisi nell'aria per una forza dissolvente della medesima, sia che soltanto vi rimanga sospesa in vapore ella vi è certamente, e per quanto passi per varie temperature, giammai si è giunto al segno di avere un volume di aria di un'assoluta secchezza, o sia senza punto vapori. I più diligenti igrometri non ci posson dare che dei termini di paragone, ed assegnare dei limiti simili a quelli che abbiamo per la cognizione

della temperatura dei corpi. Che però quello che si disse dello zero reale del calorico egualmente dir si può dello zero reale igrometrico.

Vi è per altro nello stesso igrometro un mezzo per conoscere la quantità di vapore dell'aria sempre però proporzionale allo stesso mezzo con cui si determina. Risulta dall'esperienze igrometriche di Saussure che un decimetro cubo d'aria saturato d'acqua alla temperatura di $18^{\circ} 88$ C. contiene 19 milligrammi, o sia circa tre ottavi di grano di acqua in vapore.

Il fin qui detto basta per dimostrare quali sieno le chimiche proprietà dell'aria atmosferica per rapporto all'acqua, la quale nello stato ordinario forma una parte integrante della sua massa. Tutti i buoni coltivatori delle scienze naturali sono in attenzione di quelle ingegnose osservazioni, che intorno ai vapori acquosi ha fatto il celebre Sig. Volta rendendole in parte note nelle sue lezioni pubbliche nella Università di Pavia. Per esse vedremo forse in gran parte modificata l'opinione della forza chimica dissolyente dell'aria, e nuovo lustro per esse acquisterà l'Italia, la quale già per tanti titoli colloca il Sig. Volta fra quelli che vittoriosamente difesero, e promossero la gloria nazionale.

Oltre il gas acquoso inerente, ed inseparabile da un dato volume d'aria atmosferica, trovasi ancora con essa mescolata una quantità di gas acido carbonio quantità che non fu avvertita da Lavoisier, ovvero calcolata co-

me insensibile. Non ostante sia piccola quanto si voglia la massa di gas acido carbonio nell'atmosfera, essa non può in modo alcuno esser neglimentata dal fisico, altrimenti non si troverebbe ragione per ispiegare, come esponendo al contatto dell'aria un'Alcali, o la Calce, queste a poco a poco si rendono carbonati con l'assorbimento dell'acido carbonio. Lo stesso dicesi di molti ossidi metallici, e singolarmente del ferro convertito in ruggine, il quale, come già è noto, contiene dell'acido carbonio oltre l'ossigeno.

La gravità specifica del gas acido carbonio, la mancanza di luoghi paludosi, e delle cause di fermentazione ha fatto per lungo tempo credere che nelle grandi altezze di esso non se ne trovasse traccia alcuna. Ma Sausure nel vertice del Monte Bianco, cioè a 4776. metri di altezza dal livello del mare, dove una neve perenne copre la terra, e la rende sterile di piante, e del tutto inabitata dagli animali, osservò che l'acqua di calce esposta all'aria formava la così detta crenna di calce dopo due ore di contatto, e la potassa per un minore spazio di tempo acquistava la proprietà di fare effervescenza cogli acidi, lo che dimostra che ancora ad una grande altezza si trova del gas acido carbonio nell'atmosfera. Se una certa nazionale impazienza non avesse molto predominato nell'esame fatto da Gay-Lussac nella scuola Politecnica sul volume di aria che seco portò nel secondo viaggio aereostatico raccolta ad una altezza assai maggiore del Monte Bianco,

avremmo avuto facilmente una nuova prova di questo fatto. Humboldt ha però supplito a questa mancanza, avendo trovato del gas acido carbonico in un volume d'aria atmosferica raccolta da Garnerin in una delle più grandi altezze a cui potè elevarsi col suo areostato. (1) Abbiamo già veduto, parlando del gas acido, carbonio quale sia la sua quantità rapporto a tutta la massa dell'atmosfera, ed ora aggiungiamo, che Humboldt ha dimostrato essere talmente difficile a separare le ultime quantità di questo gas dal fluido atmosferico; di maniera che resta del tutto impossibile la determinazione del suo vero, e preciso valore. Prendendo tutti i risultati delle sperienze di Humboldt e di Henry, possiamo con tutta la probabilità congetturare, che il gas acido carbonico forma il 0, 04, o al più un 0, 100 dell'atmosfera.

Alcuni fisici osservando che di continuo dai crateri dei vulcani, dai luoghi paludosi nella stagione estiva, e dalle sorgenti minerali si esala del gas idrogeno più o meno puro, sono venuti nella opinione, che una data quantità di questo gas resti sempre combinata coll'atmosfera. Non abbiamo però alcuna esperienza diretta, che possa guidarci a fissar dov'egli esiste perennemente combinato, ed in qual proporzione. Gay-Lussac non potè ottenere il più piccol segno della sua esistenza nelle più grandi altezze, a cui s'inalzò, e non pertanto propone, come una sua congettura, che l'aria comune non può contenerne

(1) *Journal de Physique*. V. 4, p. 202.

al di là di 0, 003. L'imperfezione, e la mancanza totale d'istrumenti assai delicati per ritrovare la piccola quantità d'un gas leggerissimo, com'è l'idrogeno, sparso in una grande massa d'aria, la probabilità che egli sia nell'atmosfera decomposto per uno di quei molti processi chimici, che si fanno nel suo seno, ci tolgono qualunque mezzo di determinare cosa alcuna su questa parte costituente del fluido atmosferico.

Raccogliendo dunque quanto fino ad ora abbiamo esposto sulle proporzioni delle parti costituenti dell'aria atmosferica, si può per semplice approssimazione stabilire, che in un volume di 100 parti d'aria vi siano

74, 175 Azoto

24, 725 Ossigeno

1, 000 Vapore

0, 100 Acido Carbonico

Oltre di questi gas integranti, e costituenti la massa dell'atmosfera esistono in essa delle altre sostanze, le quali non potranno giammai essere valutate con alcuno dei mezzi proporzionati ai nostri sensi, e corrispondenti agli attuali lumi delle nostre cognizioni. Di tal sorta sono il fluido calorico, il fluido luminoso, i fluidi elettrico, e magnetico, e secondo alcuni ancora il fluido gravifico. Consideriamo ora tutti questi fluidi raccolti in una sola massa, e saremo convinti, che i medesimi, essendo materiali, dovranno formare una massa, o sia una data quantità di materia da aggiungersi alla massa atmosferica, con cui è perpetuamente combinata.

Egli è ancora probabile, che le molecole dei vegetabili, e dei minerali continuamente sollevandosi nell'aria, non vi restino lungamente sospesi, e per questa ragione alcuni fisici credono che non debbansi considerare come parti integranti della massa atmosferica. Non pertanto egli è fuori d'ogni dubbio, che mentre alcune di esse ricadono sulla terra altre se ne inalzano, e così sempre una grande quantità di esalazioni vegetabili, e minerali si conserva in essa nuotante. Altrimenti non sarebbe agevole impresa la spiegazione dell'origine di tante piante mucillaginose, capillari, e muscose in luoghi inaccessibili se non fossero depositate dall'aria, e dove giammai fuvvi portato seme di sorta alcuna; così ancora lo sviluppo di tanti piccoli animali in vasi, dove non potè esservi sospetto, che la specie si fosse propagata per indigena dimora, e finalmente la formazione di fossili, che non esistono se non aderenti a delle particolari miniere. Il calorico, e forse ancora il fluido atmosferico sollevano perennemente dalla terra, dai vegetabili, e dagli animali delle sottilissime sostanze, degli atomi insensibili, e fra di essi alcuni organizzati, come sono i minutissimi semi di muschio, e le piccolissime uova d'insetti. Queste con un continuo giro passano dalla superficie della terra all'atmosfera, e da questa si depositano, mentre altre ne risalgono per ricadere su di essa. Ma non solamente questi corpi eterogenei ritornano in minutissimi atomi sulla terra come dalla medesima partirono, che anzi non dirado si compongono nel

seno stesso dell'atmosfera in grandi masse, ed in giù precipitano con sensibil fragore, come avviene nel fenomeno delle meteroliti.

Fino ai tempi di Anassagora abbiamo delle memorie, dalle quali rilevasi che le pietre sono piovute dal cielo (1), anzi la caduta di questa meteora fu la cagione, secondo alcuni, per cui quel celebre filosofo adottò l'opinione sulla materialità dei cieli. Lo stesso fenomeno viene narrato da Tito Livio come accaduto sotto il regno di Tullio Ostilio, ed ancora da Plinio nella Olimpiade 78.^{ma} E sebbene una pioggia di pietre, che cade dal seno d'un fluido diafano, e sottilissimo, qual'è l'atmosfera, fece ricusare ogni credenza, e spargere il ridicolo sopra i racconti in varj tempi pubblicati, non cessò pertanto il fenomeno di rinnovarsi sotto i nostri medesimi occhi, ed ora non vi è quasi anno che negli annali di chimica, e nei giornali di fisica non si ritrovi esso registrato, e corredato di prove assolutamente irresistibili, e di testimonj oculari superiori ad ogni eccezione. Questo è dunque un fatto del quale non vi è alcuno che possa ragionevolmente dubitarne, essendosi rinnovato recentemente ancora in Inghilterra, in Germania, nell'Indie, in Francia, e nella nostra Italia singolarmente nelle vicinanze di Verona, e di Siena.

Esaminando la teoria delle meteroliti, come da varj fisici viene esposta, egli è certo, che nella maggior parte dei casi la caduta delle

(.) Montucla. Histoire des Mathématiques. t. 1. p. 115.

pietre dall'atmosfera è sempre preceduta da una meteora luminosa. Fra tutte si distingue quella del 1783, la quale non aveva meno di 900 metri di diametro, e traversò l'Inghilterra, ed una gran parte del continente con una immensa velocità, trovandosi all'altezza di dieci miriametri dalla terra. Ordinariamente la caduta di questa meteora è preceduta da una terribile detonazione, essendo il cielo sereno, e le pietre conservano la loro luce incandescente fino a tanto che non sono giunte a terra. Ella ha un moto quasi orizzontale, inclinandosi al punto della sua caduta, vicino al quale detuona, e si scioglie in pioggia di pietre. Tutti i processi verbali fatti sul luogo delle cadute delle meteroliti riferiscono, che prima della caduta si è fatto sentire una forte detonazione con lo sviluppo di luce, che le pietre si sono più o meno approfondate nel suolo, che le medesime si sono trovate dopo la caduta ancor calde, e di diversa grandezza, che generalmente sono d'una figura rotonda, e coperte d'un color nero proveniente da un ossido di ferro secondo l'analisi di Howard, e che ordinariamente spandono un odore bituminoso, e singolarmente solforoso.

Quello che trovasi in questo fenomeno di singolare è, che quantunque le pietre siano cadute in differenti epoche, ed in luoghi lontanissimi fra loro, non ostante sono tutte composte dalle medesime sostanze, sebbene siano state sottoposte all'analisi chimica da diversi fisici. Combinando le osservazioni di Howard, il quale ha fatto una copiosa raccolta di que-

ste pietre, con quelle di Vauquelin (1) trovansi che le medesime sono composte di silice, ferro magnetico, magnesia, nikel, manganese, e calce. Vauquelin trovò di più nella pietra caduta vicino ad Orleans dell'allumine, e del cromo.

Evvi dunque nella caduta delle meteroliti un fatto istorico, su di cui non vi è ragione critica, che possa promuoverè il più leggero dubbio; ma questo fatto medesimo considerato sotto i fisici rapporti quali, e quante oscurità non offre a chi ne vuole indagare la cagione? Sono al presente i fisici divisi in quattro differenti opinioni, le quali tutte più o meno sono prive egualmente di probabilità, e di verosimiglianza. Suppongono alcuni che queste pietre vengano gettate sulla terra dalle vulcaniche eruzioni. Ma la composizione delle meteroliti è del tutto differente da quelle delle pietre che si trovano nei crateri dei vulcani, e nei luoghi ad essi vicini. Oltre di che come si potrà comprendere la distanza dei luoghi in cui caddero le pietre dai vulcani, dai quali si possono supporre che siano state gettate? come concepire l'enorme altezza in cui queste meteoriti si palesano prima della detonazione? Il Vesuvio, l'Etna, e qualunque altro vulcano non può mai avere una forza di proiezione di più di dieci miriametri sopra una massa di 900 metri di diametro. Il dottore Chladni, chiaro d'altronde per le sue osservazioni sul

(1) *Journal de Physique* v 74. an. 1812.

suono, ha creduto di provare, che le meteori dalle quali si partono queste pietre sieno dei corpi ondegianti nello spazio senza che appartengano ad alcun sistema planetario, e che i medesimi, passando vicini alla terra, vengono da questa attratti, ed involuppati nell'atmosfera, e quindi cadono su di essa con una direzione risultante da un moto composto. Questa opinione è talmente ipotetica di maniera che, come saviamente riflette un dotto fisico, si può sospettare, che lo stesso Chladni non l'abbia lui medesimo creduta allora che la consegnò al pubblico.

Il Sig. Laplace propose una sua congettura, la quale porta che le meteroliti a noi vengano dai vulcani della Luna. In tal caso bisognerebbe supporre in quei vulcani lunari una forza di proiezione sì grande, che fosse capace da superare la forza d'attrazione che le pietre medesime debbono avere colla massa planetaria da cui partono; e con tutto ciò come si potrebbe plausibilmente spiegare la luce delle meteori, la sua detonazione alla vicinanza della terra, il calore che lungo tempo conserva, la sua direzione obliqua, e quasi orizzontale e traverso dell'atmosfera? Finalmente vi è chi opina con qualche grado d'una maggiore probabilità, che le meteroliti si formino nel seno dell'atmosfera. Hamilton, Klaprot, e Prevost sono di questo sentimento. Egli è certamente difficile spiegare il modo con cui si forma questa concrezione bituminosa in seno dell'atmosfera, in cui vediamo formarsene delle meno gravi, e pesanti; ma in quell'immenso

chimico elaboratorio quanti prodigiosi fenomeni prendono la loro origine, e da quello scendono sulla terra per eccitare la nostra maraviglia, ed il nostro terrore?

*Dei rapporti dell'aria atmosferica
con la fisica animale.*

Vi sono nell'atmosfera delle sostanze, oltre le già accennate, che non avendo alcun peso sensibile, si palesano soltanto per i micidiali rapporti, che hanno coll'economia animale. Indarno i chimici hanno usato dei più squisiti mezzi che la scienza somministra per iscoprirne l'indole, e la natura.

Esiste certamente una materia contagiosa, la quale in alcune circostanze, ed in alcuni luoghi attacca la vitalità della macchina umana, e tenta di crudelmente distruggerla. Si è osservato che questa materia è sempre accompagnata da un odore fetido, e particolare, che si spande nell'aria di quei luoghi, dove regnano le contagiose malattie, ed i tifi delle carceri, e degli spedali. Iguorandosi la natura del malefico miasma, e prendendosi quel particolare odore come sicuro indizio della sua presenza, i fisici hanno diretto le di loro mire a quei mezzi che distruggono l'odore, credendo di distruggere nel tempo medesimo il miasma. Adoperarono primieramente le piante aromatiche, il bengioino, la dissoluzione di mirra nell'alcool, le bacche di ginebro, la combustione dello zucchero, e delle resine odorose; ma queste sostanze mascherando l'odo-

re non solamente non distruggono il miasma, ma rendono colla combustione e col gas acido carbonico più insalubre, ed infetta l'aria atmosferica. L'esperienza dell'azione degli acidi in istato di gas avendo dimostrato quanto sia efficace la loro forza nell'attaccare le sostanze alcaline, che dalla putrefazione animale produconsi, suggerì l'uso dell'acido sulfurico, e dell'acido solforoso; ma senza effetto alcuno. Si passò quindi agli acidi vegetabili, e fu trovato, che l'aceto in vapore sopra un ferro rovente, e sparso sul suolo faceva lentamente, ed in gran parte svanire l'odore contagioso. Questo fu un passo che facilmente doveva condurre alla scoperta del rimedio. Infatti sostituito all'aceto l'acido acetico, si trovò che il medesimo distruggeva intieramente il fetido indizio dell'aria contagiosa. Ma nelle sentine delle navi, nelle sali degli spedali, e nelle vaste prigioni non si può sempre fare uso dell'acido acetico in una sufficiente quantità per un rimedio sì copioso, come bisogna. Fu quindi dal dottore Smilk sostituito all'acido acetico il vapore dell'acido nitroso, e gli effetti furono efficacissimi. Finalmente Morveau volle sperimentare il gas acido muriatico meno disgustoso del vapore dell'acido nitrico, a cagione del gas nitroso, con cui è unito, e così fu introdotto il già conosciuto metodo disinfettante in tutti i spedali, ed in tutti i luoghi dove trovansi raccolti molti malati, e molte persone nello stato di pena, o di forza. Più efficace ancora del metodo di Morveau è quel-

lo di Cruikshanks, con cui si fa uso del gas ossi-muriatico, il quale è il massimo fra tutti i rimedi disinfettanti. Il medesimo ora impiegasi in tutti i vascelli inglesi, negli spedali militari, come ancora nei lazzeretti per disinfettare le merci sospette. Dovrebbero tutti i Governi illuminati adottare la pratica di questo metodo negli spedali, e nelle prigioni ancora quando non esiste contagio di sorta alcuna per quindi prevenire quelle disavventure che vediamo assai sovente riprodursi a danno della più miserabile classe degli uomini. Per l'oggetto della pubblica istruzione, cui questo saggio è diretto, si propone essere il metodo di Cruikshanks quello di mescolare due parti di muriato di soda, o sia sal comune, con una parte d'ossido nero di manganese, e di collocare questa mescolanza nel luogo da disinfettarsi, e versandovi sopra due parti di acido sulfurico, si avranno dei vapori di acido ossi-muriatico, i quali per la loro grande elasticità si spandono per l'intera massa atmosferica, nella quale completamente distruggono la materia contagiosa.

Dai rapporti venefici, e distruttori dell'aria atmosferica passando ora a quelli che servono all'incremento, e conservazione della macchina animale, osserviamo primieramente che la medesima ha una grandissima parte nell'animalizzazione, ed assimilazione, degli alimenti, come insegna nelle sue dotti lezioni il chiarissimo Hallé (1). L'aria atmosferica è por-

(1) *Annali di Chim.* v. 11. p. 458.

tata nel canale intestinale con gli alimenti, entra nei polmoni con la respirazione, e bagna tutta la superficie del nostro corpo. Esaminando parte a parte queste tre distinte specie di contatto, si è osservato, che nel canale degli alimenti l'ossigeno tanto proveniente dal fluido atmosferico inghiottito, che dall'acqua, e sopra tutto dallo sviluppo dell'idrogeno di questa, si combina con le secrezioni animali, o con gli alimenti, dai quali separa il carbonio in forma di gas, che viene assorbito, mentre che l'azoto delle secrezioni intestinali prende il luogo del carbonio, e così si forma l'animalizzazione, nella quale l'azotazione ha la parte principale, come facilmente si palesa nella formazione dei muscoli, e nella cura della diabete. Un'altra combinazione dell'ossigeno col carbonio si fa al contatto del sangue venoso nella respirazione, come fra poco dimostreremo, ed in questa circostanza ancora si fa una nuova azotazione nel chilo trasportato col sangue nel polmone, e quindi un nuovo mezzo si offre all'animalizzazione. Nel terzo contatto dell'atmosfera colla pelle si produce del gas acido carbonico, come abbiamo già notato trattando della traspirazione insensibile dal che ne nasce una specie di cutanea azotazione; giacchè come avverte il dotto Hallé, sembra provato che la pelle è al sistema linfatico quello che al sistema sanguigno è il polmone. In generale l'aria atmosferica grandemente concorre coll'attrazione molecolare nella funzione dell'animalizzazione delle sostanze alimentari, e ciò per i

tre organi del condotto intestinale, del polmone, e della pelle. Questi tre organi fanno un comune lavoro con un medesimo, o poco differente chimico processo. Le sostanze vegetabili passando ad essere materiali dell'animale, e rendendosi simili a quelle che son già formate, si ha l'animalizzazione delle sostanze eterogenee, e l'assimilazione delle medesime.

In nessuna funzione i rapporti dell'aria atmosferica sono più eminenti, e più intrinsecamente uniti con l'economia animale quanto nella respirazione. Quantunque non vi sia alcuno, che non sappia che la respirazione è di necessità assoluta per la vita, che questa subito cessa dal momento che quella per breve tempo si sospende, che l'organo della medesima sia il polmone, il quale di continuo con moto alternativo ispira, ed espira una data quantità d'aria atmosferica; e sebbene singolarmente dopo la scoperta di Black, e di Lavoisier, non vi è fisiologo, nè fisico che non ne abbia copiosamente, e dottamente scritto, pure noi non crediamo inutile di darne in compendio l'intera teoria, corredando la medesima delle più recenti ed importanti notizie, e scoperte, che sulla medesima abbiamo.

L'aria atmosferica composta nella proporzione da noi esposta di gas azoto, e di gas ossigeno è l'unico fluido aeriforme respirabile, e non solamente tutti gli altri fluidi elastici sono stati dall'esperienza trovati funesti alla vita animale, ma ella medesima lo è divenuta ogni qual volta siasi voluto alterare la sua

ordinaria proporzione. Ciò non pertanto evvi una distinzione da farsi tra i gas acidi, e non acidi. Quelli, come è il gas acido carbonico, alterano l'organizzazione, e non solamente si negano al pabolo della vita, ma di più ne serrano alle volte col solo contatto l'organo, mentre gli altri possono entrare nel polmone senza soffrire ostacolo alcuno. Non però questi medesimi gas non acidi sono tutti egualmente innocenti. Il gas idrogeno, ed il gas azoto non alterano punto la massa del sangue, e soltanto perchè sono incapaci di servire alla respirazione cagionano la morte, come lo sarebbe egualmente l'acqua, in cui si tuffasse un animale. Il gas idrogeno carbonato, o solforato, il gas ossido di carbone, ed il gas ossido d'azoto aggiungono alla loro incapacità una particolare proprietà viziosa, che influisce nella massa del sangue. Il gas ossigeno puro, e l'ossido gasoso d'azoto da se soli considerati si possono respirare per qualche tempo, ed anzi per i primi momenti la respirazione è accompagnata da un senso di piacere, e d'ilarità; ma per poco che la respirazione si prolunghi ancora essi finiscono coll'essere mortali. Se dunque tutti i fluidi aeriformi ad eccezione dell'aria atmosferica sono nocivi alla respirazione, e se questo è un composto d'ossigeno, e di azoto, si domanda quali di queste due sostanze impieghi dalla natura nelle funzioni della respirazione? Egli è chiaro che quel gas debbasi soltanto dire necessario il quale trovasi dopo la respirazione consumato e distrutto, e que-

sto non è che l'ossigeno. Da Empedocle, Aristotile, Ipocrate fino a Mayow non hanno i fisiologi immaginato che vaghe ipotesi, e solo questo ultimo insigne osservatore fu il primo, il quale fece conoscere, che l'offizio della respirazione era quello di separar dall'aria, e di unire al sangue per lo mezzo dei polmoni le particelle necessarie alla conservazione della vita (1); ma era riserbato a Lavoisier (2) il dimostrare che una quantità di gas ossigeno in un dato volume d'aria atmosferica impiegato nella respirazione veniva distrutto. Volendosi esaminare se questo fenomeno oltre all'uomo fosse ancora comune agli altri animali, si posero alla prova dei quadrupedi, dei volatili, i pesci medesimi, e le rane (3) che possono a loro volontà sospendere la respirazione, e gli stessi insetti, (4) e vermi, e tutti trovarono la morte in un'aria che fosse mancante di gas ossigeno.

Per esaminare poi qual parte di gas ossigeno si consumi in un dato tempo è necessario sapersi quante volte nello stesso tempo si ripete dal polmone l'ispirazione, e calcolando la massa dell'aria impiegata, conoscere la quantità dell'aria che passa ciascuna volta nel polmone, ed analizzare in fine quella che ne sorte per rilevare la quantità d'ossigeno mancante. Nulla di più vario si presenta all'osservazione quanto il numero delle

(1) *Annal. di Chim.* V. 29. pag. 70.

(2) *Mem. de l'Acad.* an 1777.

(3) *Carradori Annal. de Chim.* V. 29. pag. 171.

(4) *Vauquelin Annal. de Chim.* V. 2. pag. 278.

ispirazioni, e l'aria impiegata in ciascuna di esse. Gli animali a sangue caldo sono nell' assoluta necessità di respirare continuamente; d'altronde gli anfibî e gli animali a sangue freddo hanno il potere di sospendere per un dato tempo questa funzione, ed i pesci, ai quali basta quella piccola quantità d'aria nelle acque interposta, ed aggregata, respirano con la massima lentezza. Di più non solo fra un uomo e l'altro vi è una grande differenza nel numero delle ispirazioni fatte nel medesimo tempo; ma lo stesso individuo accelera, o diminuisce le sue ispirazioni secondo lo stato di salute, secondo i varj gradi di passioni dell'animo, ed i varj stati di sonno, di riposo, di moto, di digiuno, e di digestione, in cui ordinariamente ritrovasi. Si sono dai fisici cercate delle quantità medie per norma delle loro esperienze. Hales stabilì le ispirazioni dell'uomo a 20 per minuto. Roberto Menzies (1) dalle sperienze da lui fatte sopra un uomo di mezzana statura e robusto osservò che non erano maggiori di 14. per minuto. Davy provò sopra di lui medesimo che in un minuto egli non faceva che 26 in 27 ispirazioni, e Thompson non ne contò che 19. Prendendo una media fra gli estremi si può generalmente stabilire che dall'uomo si facciano 20 ispirazioni per minuto, lo che porta 28800 ispirazioni in 24 ore.

La stessa varietà si presenta se vogliamo considerare la quantità d'aria atmosferica, che

(1) Tentamen Physiologium de respiratione.

in ciascuna ispirazione entra nel polmone. Se tutti gli animali, e singolarmente tutti gli uomini avessero la stessa capacità di viscere destinato per questa funzione, fossero della medesima statura, ed organizzazione, si potrebbero certamente avere su di ciò delle quantità determinate. Ma nella difficoltà che trovasi per la differenza degli individui siamo costretti a prevalerci di semplici approssimazioni, e di una media fra le più accertate esperienze che abbiamo. Quelle di Menzies dimostrano che la quantità media d'aria, che entra nel polmone in ogni ispirazione è 655. centimetri cubici. D'altronde Godvin, tenendo a calcolo l'aria residua del polmone dopo una completa espirazione, trovò che la quantità media era di 1786. centimetri cubici. Davy ha fatto differenza tra una ispirazione forzata ed una ispirazione forzata, come ancora da una ispirazione naturale, ed una ispirazione naturale, ed ha trovato che dopo una espirazione naturale il polmone riteneva 1106. centimetri cubici, e dopo una espirazione forzata ne riteneva soltanto 672. Dopo avere il Thompson esaminati tutti questi dati crede (1), che non sia lungi dal vero l'ammettere, che ordinariamente la quantità d'aria contenuta nel polmone sia 4588. centimetri cubici, e che ne sortano e rientrano in ogni ispirazione ed espirazione 635. centimetri cubici. Laonde nella ipotesi di 20. ispirazioni per minuto si avrebbero in 24. ore 18864. decimetri cu-

(1) *Sistem. de Chim.* V. 9. p. 385.

bici di aria che entra, e sorte dal polmone, i quali valutati a peso sono 24. Kilogrammi, o sia poco meno di 72. libbre di aria.

Conosciuto prossimamente il numero delle ispirazioni fatte in 24. ore, e la quantità d'aria atmosferica impiegata, prima di passare all'analisi dell'aria espirata era necessario sapersi se vi fosse differenza di volume fra l'aria ispirata, ed espirata. Si sono fatte delle esperienze dirette unicamente sul volume d'aria ispirata, ed altre sopra un volume d'aria continuamente respirata fino a tanto che si potesse sopportare. Secondo Davy la prima diminuzione in ciascuna espirazione è fra 0, 0145. de 0, 01, e secondo Bostock è assolutamente 0, 0123. La seconda diminuzione fu trovata da Davy essere 0, 055. della totalità dell'aria esposta all'esperienza, e secondo Lavoisier 0, 016. D'altronde nè Crawford nè Thompson poterono avvedersi di alcun segno di diminuzione. Laonde si può credere, che l'aria nella respirazione non cangia di volume, o se vi è qualche diminuzione questa non è che piccolissima, e forse ancora accidentale.

Premesse queste preliminari osservazioni sopra i rapporti dell'aria impiegata nella respirazione, esaminiamone gli effetti che ne derivano. Se il volume di aria atmosferica impiegato in ogni respirazione non si diminuisce, che d'una piccola quantità, non è per questo, che l'aria espirata sia la medesima di quella che fu ispirata. In questa funzione si fa per l'affinità molecolare nel polmone una decomposizione dell'aria atmosferica, uno svi-

luppo di gas acido carbonico, una perdita d'azoto, ed una emissione di gas acquoso. Esaminiamo brevemente questo meraviglioso processo. L'indispensabile varietà dell'organo della respirazione rendendo varj tutti i risultati, e tutte le quantità finali dei processi, noi ci limitiamo a quelli, che meritano la nostra maggior fiducia. Paragonando dunque fra loro l'esperienze fatte recentemente da Davy con quelle che Lavoisier ripeté quasi negli ultimi calamitosi momenti della sua vita, vediamo che le medesime sono concordi, e danno dei risultati quasi eguali. Lavoisier passando dalle quantità d'ossigeno che un' uomo di sana, e robusta costituzione consuma in un minuto a quella di un giorno completo, trovò che in 24. ore questo consumo ascende a 754. decimetri cubici. Davy nelle sue sperienze ottenne in ogni minuto una perdita d'ossigeno di 518. centimetri cubici, lo che fa 745. decimetri cubici per ogni 24. ore, prendendo dunque una media fra queste due sì prossime quantità, si può conchiudere con tutta la probabilità, che un'uomo di costituzione sana, e di mediocre grandezza consuma in ogni 24. ore 750. decimetri cubici di gas ossigeno. È poichè questo forma il quarto dell'aria atmosferica, e più rigorosamente i 0, 20, egli è chiaro che un uomo coll' esercizio della sola respirazione distrugge in un giorno tre metri cubici di aria, e la rende incapace alla respirazione, ed alla combustione.

Se nella espirazione non sortisse dal polmone un gas acido soffocante, qual' è il gas aci-

do carbonico, l'aria atmosferica sarebbe assai meno di quello che lo è realmente dalla respirazione alterata. Ma in ogni espirazione si emette quasi una eguale quantità d'aria di quella che fu nella ispirazione distrutta. Laonde non solamente la medesima resta vizia- ta per la sottrazione dell'ossigeno consumato, ma di più pel gas acido carbonico emesso; il quale quasi intieramente compensando alla perdita fatta, conserva la prossima eguaglianza dell'aria respirata. Per verificare queste sperienze si devono incontrare le medesime varietà dipendenti dalle differenze dell'organo della respirazione, alla quale si deve aggiungere in questo caso la diversità del sangue venoso, da cui il carbonio si parte. Comunque peraltro divise siano le basi che somministrano il carbonio, esse non hanno apportato alcuna apprezzabile differenza fra i risultati delle osservazioni di Lavoisier, e quelle di Davy, Crawford, e Thompson; di maniera che ora è comune opinione dei fisici che il volume di gas acido carbonico emesso nella respirazione si può considerare sensibilmente eguale a quello del gas ossigeno distrutto. Calcolando ora la quantità di gas ossigeno distrutto in un giorno, e supponendo che il gas acido carbonico sia quasi ad esso eguale in volume, si deduce dal Thompson che prossimamente in 24. ore il sangue venoso si spoglia di 340. grani di carbone.

Dopo le osservazioni di Lavoisier, Seguin, Menzies, e di altri chimici francesi non fu concesso al gas azoto dell'atmosfera altro of-

fizio che quello di diluire in una massa quasi quattro volte maggiore la potentissima sostanza stimolante, e acidificante dell'ossigeno, e nella respirazione un esercizio puramente meccanico, e passivo. Priestley, (1) e Goodwyn furono i primi a sospettare, che nella respirazione si facesse un reale assorbimento di azoto. Ma l'opinione di Lavoisier era già comunemente ricevuta, e l'esperienze che provavano questo assorbimento non erano molto esatte, nè troppo decisive. Dobbiamo a Davy la scoperta della parte, che il gas azoto prende nella respirazione, ed alle sperienze di Henderson (2) e di Pfaff (3) la conferma della medesima, per cui la fisiologia trova una nuova sorgente di azotazione animale. Davy ha determinato che l'assorbimento del gas azoto era un 0, 143 dell'ossigeno distrutto, ed una media fra le osservazioni di Pfaff lo stabilisce ad un 0, 830 d'un pollice cubico. Da queste scoperte rilevasi facilmente la ragione per cui il gas azoto è il meno nocivo ai polmoni in paragone degli altri gas mefitici, ed ancora perchè nell'esperienza di Lavoisier e di Seguin gli animali vivevano senza pena in un'aria composta di 75 parti di gas azoto, ed una di gas ossigeno, mentre rimanevano subito soffocati se venivano immersi in una mescolanza di 40 parti di gas ossigeno, e 45 parti di gas azoto, e 15 di

(1) Vol. 2. pag. 380.

(2) Jour al de Nicholson v. 8. p. 44.

(3) Nouv lle Exper. sur la respiration de l'air atmospherique, principalement pour rapport à l'absorption de l'azote. Ann. de Chim. v. 55. pag. 177.

gas acido carbonico. Meno ancora ci sorprendono gli effetti d'ilarità, e di estasi, che produce la respirazione dell'ossido gasoso d'azoto. E finalmente si vede con più chiarezza perchè il chilo, che non trovasi nella massa del sangue del polmone sia meno animalizzato, ed azotizzato di quello che si presenta col sangue al contatto dell'aria atmosferica nella respirazione.

Per esaurire l'analisi dell'aria atmosferica rapporto agli effetti dell'aria respirata resta a parlare del gas acquoso che sorte nell'espirazione. Quest'emissione viene ora comunemente chiamata traspirazione polmonare; la quale nell'inverno si rende sensibilissima a cagione della fredda temperatura atmosferica. Egli è difficile di sapere con precisione la quantità d'acqua che dal polmone sviluppa. La medesima sorte mescolata col gas acido carbonico con cui per una potente affinità combinasì, e ciò prescindendo ancora dalle varietà delle costituzioni organiche del polmone. Hales (1) la fece ascendere a 634 grammi per giorno, e più ancora Lavoisier; ma Thompson con esperienze fatte sopra di lui medesimo ne determinò la quantità a 590 grammi. Laonde senza un sensibile errore si può stabilire, che in 24 ore sortano dal polmone in istato di fluido aeriforme 604 grammi di acqua.

Questi sono tutti i fenomeni principali, e più noti, che accadono nell'aria atmosferica nell'entrare, che fa nel polmone, e nel sor-

(1) Stat. des Veget. v. 2. pag. 327.

tire dal medesimo. Essi certamente non sarebbero prodotti dalla sostanza polmonare se nell'organo della respirazione non vi fossero delle cause capaci di simili effetti, e cause tali, che mentre modificano l'aria ispirata sono esse stesse modificate. Avendo dunque esaminata la funzione della respirazione nel fluido respirato, consideriamola nell'organo, che la respira. Primieramente è a tutti noto che l'intera massa del sangue è portata dal cuore al polmone, per i vasi del quale egli circola, e nel tempo della circolazione viene esposto al contatto dell'aria, che ispira. Egli è egualmente alla comune notizia delle persone ancora mediocrementemente istruite, che il sangue il quale circola nelle vene è d'un colore rosso cupo, mentre quello delle arterie è d'un colore vivo scarlatto. Il chilo il quale, come vedemmo si mescola col sangue quantunque abbia un colore bianco latte, pure dal momento, che col sangue passa pel polmone più non si distingue. Tutti i fisiologi non seppero spiegare la cagione delle diversità del colore fra il sangue arterioso, e venoso fino a tanto che Priestley non scoprì che il sangue venoso acquistava un colore scarlatto esposto al gas ossigeno, mentre il gas idrogeno dava il color cupo al sangue arterioso. L'esperimento del contatto dell'ossigeno col sangue fu replicato da tutti i fisici, fra quali Girtanner, Hassenfratz, Beddoes, ed altri, e fu sempre accompagnato dai medesimi effetti. Sotto il contatto dei gas azoto, nitroso, ossido gasoso d'azoto, acido carbonico, ed

idrogeno il sangue venoso invece di diventare scarlatto prese sempre un color rosso più cupo ed oscuro, e la sola aria atmosferica emulava la virtù del gas ossigeno, essendo in essa contenuto, ed in queste circostanze si osservò che si forma una quantità di gas acido carbonico, restando in essa distratta una quantità eguale di gas ossigeno. Nella serie di sì belle sperienze si osserva costantemente, che il sangue venoso sia al contatto del gas ossigeno, sia dell'aria atmosferica acquista un color rosso vivo, e nel tempo stesso sprigiona del gas acido carbonico, e solleva un vapore acquoso. Egli è molto probabile, che il chilo il quale da se medesimo non contiene alcuna parte di fibrina, la formi combinato col sangue per quindi portarla col mezzo della circolazione ai muscoli. E poichè la fibrina secondo Fourcroy contiene più azoto che carbonio, egli è molto verosimile che il chilo convertendosi in sangue, si spogli del carbonio soprabondante emettendolo nella espirazione. Laonde sembra che si possa con tutta la probabilità attribuire alla funzione della respirazione la decomposizione del chilo, e la sua conversione in sangue.

Il gas ossigeno pertanto nel suo passaggio allo stato concreto nel sangue pone in libertà il calorico da cui era tenuto in dissoluzione, e così questo passa a formare il calore animale, il quale conserva e produce sempre nella temperatura della macchina organica un calore proporzionale all'aria respirata in un dato tempo. I pesci, e gl'insetti, che respi-

rano pochissimo, hanno una temperatura animale poco differente da quella del mezzo in cui vivono. Per lo contrario l'uomo, i quadrupedi, e molto più gli uccelli posseggono una temperatura assai maggiore dell'aria atmosferica. Quella dell'uomo nello stato ordinario è di $37.^{\circ}$ C. e quella degli uccelli è di $40.^{\circ}$ C.

Raccogliendo tutte le osservazioni, ed i fatti fino ad ora da noi esposti sopra l'aria che si respira, sull'organo che la riceve, e modifica, e sopra gli effetti che ne risultano si avrà il sistema intiero che la natura tiene nella respirazione animale. Tutti i fisici generalmente ora convengono sulla verità di questo sistema, ma non ancora sono concordi sulla sede in cui il medesimo si eseguisce; cioè sull'esclusivo officio del polmone a tal uopo destinato da qualunque altro vaso appropriato all'uso di questa funzione. Vi sono delle difficoltà non ancora superate, e delle osservazioni, che richiedono una necessaria riforma da farsi alla teoria di Lavoisier, perlochè sarebbe sommamente necessario che si facesse delle più decisive sperienze, onde la teoria della respirazione divenisse intieramente completa e perfetta. Noi daremo un compendio delle più recenti opinioni, e lasciando a ciascuno libero il campo di adottare quella che più gli aggrada, porremo così finalmente termine al nostro Saggio.

Teoria di Lavoisier. Tutti i cangiamenti prodotti sull'aria ispirata secondo Lavoisier si fanno nel polmone, in cui le nuove sostanze

espirate si producono. Il sangue non assorbe punto aria nei polmoni, ma bensì abbandona l'idrogeno, ed il carbonio, li quali, combinandosi coll'ossigeno dell'aria ispirata producono dell'acqua, e dell'acido carbonio. Laplace, Crawford e Girtanner, ad eccezione di alcune piccole variazioni, adottarono questa teoria, la quale fu conosciuta mancante dallo stesso suo autore, poichè egli vidde che non bastava alla sua perfezione l'aver dimostrato, che l'ossigeno assorbito corrispondeva esattamente alla quantità di quello contenuto nell'acqua, e nell'acido carbonio espirato.

Teoria di Lagrange. Portata l'aria atmosferica al contatto del sangue nei polmoni crede Lagrange, che il gas ossigeno non fa che combinarsi con la massa sanguigna di mano in mano, che passa pel polmone. Mentre questa combinazione si opera, si sviluppa dal sangue del gas acido carbonico, e dell'acqua. In tal guisa il gas ossigeno sciolto dall'azoto vien condotto nell'arterie, e di là nelle vene. In questa circolazione è dove il gas ossigeno perde il suo stato aeriforme, ed entra in una chimica composizione col carbonio del sangue, e coll'idrogeno, e forma l'acido carbonio, e l'acqua; le quali due nuove sostanze tosto che il sangue dal cuore passa al polmone si sviluppano, e si emettono colla espirazione.

Teoria di Thompson. La quantità di gas acido carbonio emessa nell'espirazione viene considerata da Thompson esattamente eguale al volume di gas ossigeno distrutto, il quale nel polmone come suo proprio luogo si

converte in acido carbonio, poichè le sperienze da lui fatte dimostrano, che allora quando il gas ossigeno si cangia in gas acido carbonio non altera punto il suo volume. In conseguenza bisogna che il sangue emetta fino a 340. grammi di carbone per giorno, e questo è tutto quello che accade nel polmone. Il vapore acquoso è senza dubbio separato dal sangue per mescolarsi con l'aria ispirata; ma questa secrezione si fa dagli organi destinati a tal uopo.

Teoria di Brugnatelli. Questo dotto chimico non trova conforme ai fenomeni dell'economia animale, che nei polmoni si eseguisca il chimico processo per cui ne risulti l'acido carbonio e l'acqua, e che ciò si faccia per una lenta combustione come voleva Lavoisier. Egli è indotto a così opinare, poichè se nel polmone si eseguisse la combinazione del carbonio, e dell'idrogeno col gas ossigeno dell'atmosfera, si dovrebbe produrre una immensa quantità di calorico risultante dalla quantità di gas ossigeno che si consuma in ogni respirazione, il qual calorico dovrebbe essere tanto maggiore se nella respirazione s'impiegasse il gas ossigeno puro. Ora l'esperienza non dimostra una decisiva differenza, che risulterebbe fra la respirazione del gas ossigeno, e dell'aria atmosferica. Stando alle stesse sperienze di Lavoisier e di Seguin, un uomo digiuno, ed in riposo alla temperatura di 26.° R. consuma 1220 pollici cubici di gas ossigeno; e siccome col maggior freddo si fa ancora maggiore questo consumo, e giun-

ge fino a 1344 pollici cubici a $12.^{\circ}$ R., così grandissima si rende la quantità di calorico libero nel polmone. Di più, nel tempo della digestione se ne distruggono 1900 . pollici cubici di questo gas al disopra dell'ordinario, e più ancora se l'uomo è in moto. Sembra certamente impossibile al Sig. Brugnatelli, come pure a Lagrange, che tanto consumo di gas ossigeno chiamar si debba una lenta combustione, e che la combustione si faccia nel polmone senza che vi sia variazione alcuna sensibile nel calore interno della macchina animale.

Volendo dunque conciliare con i fenomeni della respirazione una copia tanto considerabile di calorico, propone il Brugnatelli, come congettura, che il gas ossigeno venga assorbito dal sistema vesculare dei polmoni nell'atto della respirazione, e che la combinazione del carbonio, e dell'idrogeno si faccia equabilmente in tutta la macchina animale. Suppone quindi un sistema di vasi aerei simile a quello dei vasi sanguigni, e linfatici, il quale al pari di questi si dirama per tutto il corpo. Con questo mezzo si salvano dal Brugnatelli i polmoni dell'incendio, e si spiegano molti fenomeni patologici, i quali senza un sistema di vasi aerei crede che nialamente si potrebbero intendere, e molto meno conciliare con le cognizioni che abbiamo della fisica animale.

Teoria di Black. Questo ingegnoso e grande osservatore propose un facile mezzo per ispiegare la combustione del sangue per lo mez-

zo della respirazione. Egli crede che una parte del calor latente dell'aria ispirata diviene sensibile, e per conseguenza la temperatura dei polmoni, e del sangue nel passaggio dell'aria deve innalzarsi. Il sangue circolando per le vene porta il calore a tutte le parti più lontane dal polmone, e così si ottiene l'equilibrio del calore animale. Se per altro così fosse, la temperatura dei polmoni, i quali si trovano nel centro in cui il calorico si rende libero, dovrebbe essere maggiore, che in qualunque altra parte del corpo, e dovrebbe proporzionalmente diminuirsi a misura che si accresce la distanza dei polmoni; lo che non è dimostrato da fatti.

Teoria di Crawford. Volendo il Crawford liberare la Teoria di Black da questa fortissima difficoltà, trovò senza dipartire dalla di lui opinione la maniera di dividersi il calorico, e di condurlo equabilmente per tutta la macchina animale. Egli opina, che il polmone sia l'unico luogo dove si faccia la chimica decomposizione dell'aria atmosferica e del sangue. Nella combinazione dell'aria col sangue l'ossigeno abbandona una grande quantità di calorico prima latente nell'aria atmosferica. Questo calorico reso libero mette l'acqua del sangue e del polmone in quel vapore che accompagna l'aria espirata, innalza grandemente di temperatura l'aria espirata mette in istato aeriforme il carbonio, e mantiene la temperatura del corpo. Ecco dunque che tutta la quantità di calorico che si rende libero dividesi in quattro parti, e così

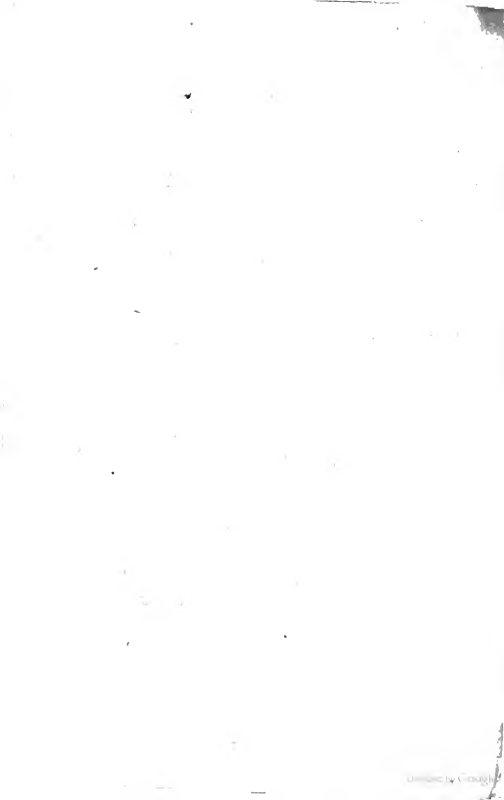
il polmone resta al sicuro da qualunque pericolo d'incendio temuto dal Brugnatelli. Volendo poi spiegaré l'equabile diffusione del calorico per la macchina animale osservò il Crawford, che il calorico specifico del sangue arterioso, è 1, 0300. mentrechè quello del sangue venoso non è che 0, 8928. Per l'atto della respirazione il sangue venoso cangiandosi in sangue arterioso deve inalzarsi di temperatura, e prendendo un grado maggiore di calorico specifico, lo deve togliere da quel calorico residuo, che servì all'evaporazione dell'acqua, alla formazione del gas acido carbonico, ed all'inalzamento di temperatura dell'aria espirata. Con questa economica distribuzione di calorico, essendo la quantità del medesimo resa libera eguale a quella che si combina, e che s'impiega nei prodotti della respirazione, il polmone deve restare nella sua temperatura come le altre parti del corpo. Fatta la conversione del sangue venoso in arterioso, questa nella circolazione ritorna ad essere sangue venoso, e quindi si abbassa di temperatura, e per tal mezzo il calorico si spande fino all'estreme parti del corpo le quali, così conservansi nella loro temperatura ordinaria.

Esaminate attentamente tutte queste teorie, ben considerati i fatti da noi esposti, e raccolte queste osservazioni, sulle quali tutti i fisici egualmente convengono, non sarebbe difficile di formare una teoria, con la quale le opinioni di tutti potrebbero essere plausibilmente conciliate.

F I N E.

606972

SBN

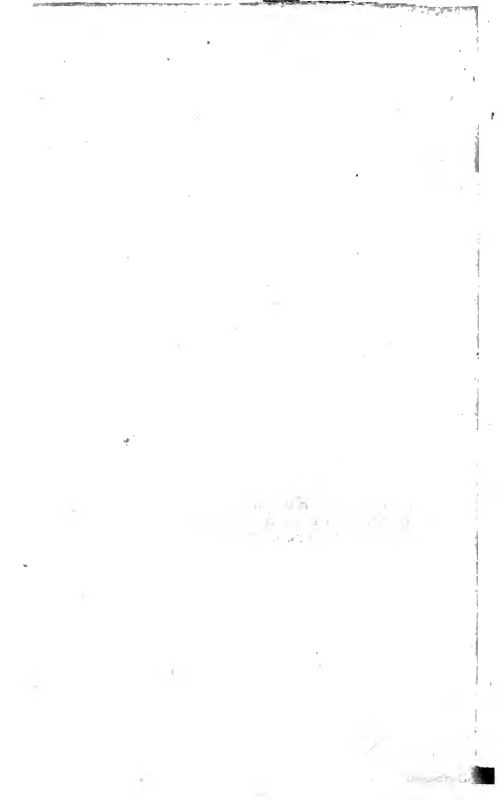


*NOMI DEI GIOVANI ACCADEMICI
DEL LICEO FELICE.*

I Signori

GIO. BATTISTA TESSANDORI
VINCENZO MARCHI
BERNARDINO BELLUOMINI
GIUSEPPE SANTINI
ERMENEGILDO TESSANDORI
ENRICO CERU'.

*Sarà permesso a chiunque interroga-
re, e domandare l'esecuzione delle spe-
rienze indicate nel presente Saggio.*



ERRORI

CORREZIONI

Pag. 7. lin. 10. quello	quelli
ibid. lin. 18 obbliga	obbligano
8. lin. 31. Lavoisier	Lavoisier
9. lin. ultima possiamo	potremmo
11. lin. 10. Jugeu-hausz	Ingen-housz
ibid. lin. 11. Melly	Milly
16. lin. 3. quello liquido	quello di liquido
21. lin. 24 della	dalla
32. lin. ultima quest'	quell'
48. lin. 13. 30. Leslie	Leslie
49. lin. 3. in ragione dei seni	in ragione inversa dei seni
51. lin. 20. colorito	calorico
52. lin. 2. fondano	fondono
80. lin. 11. R, cioè	F, cioè
103. lin. 21. due terzi	tre quarti
ibid. lin. 26. Idrogeno	Nitrogeno
105. lin. 31. ottenuto	attenuato
114. lin. 11. solforoso	fosforoso
116. lin. 22. ossido di azoto	gas ossido di azoto
139. lin. ultima. Prendasi	Prendansi
156. lin. 17. emosi	emottisi
158. lin. 23. quantità	gravità
171. lin. 14. alcalino	alcalino
172. lin. 10. igrometriche	igrometriche
192. lin. 19. 20. ispirazione	espirazione
199. lin. 7. distratta	distrutta
204. lin. 18. di partire	dipartirsi
ibid. lin. 19. dividersi	dividere







